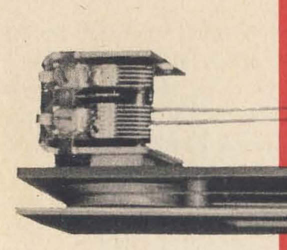


Bauplan 16
Preis 1,–



Klaus Schlenzig

Amateurelektronik-Experimente

Originalbauplan Nr. 16

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Seit etwa einem Jahr sind die Teile des Systems „Komplexe Amateurelektronik" auf dem Markt, und zwar zusammen mit Bauplan Nr. 13, der sozusagen einen Informationsextrakt zu dem neuentwickelten System bot. System und Bauplan entstanden damals parallel. Es ließ sich daher nicht vermeiden, daß jetzt einige Teile aus der Serie anders aussehen als ihre Entwicklungsmuster, die im Bauplan vorgestellt wurden. Bei den Leiterplatten gelang es allerdings (abgesehen von einer unwesentlichen Einzelheit beim SVB1), die geplanten Muster beizubehalten.
Der nächste Abschnitt dieses neuen Bauplans geht nochmals – soweit erforderlich – auf Teile des Systems ein. Während jeder Bauplan dieser Reihe sonst jeweils als völlig abgeschlossene, einem speziellen Objekt gewidmete Einheit zu betrachten ist, bilden Bauplan Nr. 13 sowie der vorliegende notwendigerweise Teile eines Komplexes, der die vielfältigen Möglichkeiten des Systems „Amateurelektronik" umfaßt.
Den eigentlichen Systemkern bildet der steckbare Baustein als beliebig oft einsetzbare kleinste Einheit in den elektronischen Amateurschaltungen der siebziger Jahre. Diese Bausteine (je nach Schaltungsgröße in 3 aufeinander abgestimmten Volumeneinheiten) lassen sich für derzeit 9 typische Grundschaltungen auf fertigen Leiterplatten montieren. Die Leitungsmuster sind als Anregung zu betrachten, keineswegs aber als insgesamt möglicher elektrischer Systeminhalt. Universalplatten in den gleichen Formaten ermöglichen jeder „Fachrichtung" genügend Spielraum für beliebige andere Schaltungen.

Erweiterungen auf größere Schaltungskomplexe, ebenfalls als beliebig oft verwendbare Einheiten herstellbar, bieten Lochraster- und Streifenleiterplatte in der Breite der Steckverbindungen des Systems und sind damit konstruktiv der Gesamtkonzeption angepaßt. Praktisch lassen sich also Bausteingrößen von etwa 10 mm × 20 mm × 25 mm bis hin zu „h" × 35 mm × 80 mm realisieren, ohne daß die Systemmaße gesprengt würden. „h" ist die von den Bauelementen bestimmte Bauhöhe; sie soll nicht größer sein, als es die vorgesehenen Gehäuse zulassen. Gerade diese Freizügigkeit schafft einen unproblematischen fließenden Übergang zur Technik integrierter Schaltkreise (IS), an der der Amateur in diesem Jahrzehnt nicht vorübergehen darf und wird. (Man könnte sich als Zukunftsaussicht durchaus vorstellen, daß zu gegebener Zeit gerade im Format 35 mm × 80 mm auch 2seitig kaschierte, durchplattierte Lochplatten für dieses System geschaffen werden, die der großen Anschlußdichte der IS Rechnung tragen.)
Abgesehen von solchen Überlegungen, die die Dynamik des Systems beweisen, sei ein wesentlicher Gesichtspunkt für seine Wirksamkeit den folgenden Ausführungen vorangestellt: Lebensfähigkeit und Anwendung des Systems „Amateurelektronik" sind keineswegs davon abhängig, ob seine Teile stets und überall im vollen Sortiment erhältlich sind. Gerade in der Anfangsphase war es notwendig, die vorhandenen Teststückzahlen auf nur wenige Amateurbedarfsgeschäfte zu verteilen (Berlin, Leipzig, Halle, Dresden – mit Versand auch über das bekannte Versandhaus der Konsumgenossenschaft Oschatz in Wermsdorf). Die Absatzinformationen von dort flossen in die Planzahlen des Herstellers ein. Dennoch muß man – wie bei anderen Bauelementen auch – bisweilen mit Wartezeiten bis zur Nachlieferung rechnen. In dieser Hinsicht aber sollten die beiden vorliegenden Baupläne mit ihren ausführlichen Informationen helfen. So gibt Bauplan Nr. 13 jedem entsprechend ausgerüsteten Amateur (vor allem aber Arbeitsgemeinschaften) die Möglichkeit, die Leitungsmuster selbst herzustellen. Dagegen ist nichts einzuwenden, solange es nicht zu gewerblichen Zwecken geschieht! Zur industriell hergestellten Leiterplatte, fertig gelocht und lackiert, wird – sobald man sie wieder erhält – ohnehin jeder greifen, der das angestrebte Erfolgserlebnis nicht über zeitraubende Vorarbeiten erreichen möchte. Die niedrigen Leiterplattenpreise kommen dem sehr entgegen.
Auch die Herstellung der Trägerteile dürfte gemäß Anregungen in Bauplan Nr. 13 (auf das funktionell Notwendigste zurückgeführt) keine großen Schwierigkeiten bereiten, wenn die billigen Plastteile einmal nicht erhältlich sind. Selbst für die Steckverbindungsteile gibt es entsprechende Ausweichlösungen (man vergleiche die Anregungen im Buch „Amateurtechnologie"!).

Wichtig bleibt, daß Gedankengänge wie
– konstruktiv optimale Kombination sinnvoll gequantelter Bausteinformate,
– Steckbarkeit für vielfältige Verwendung,
– vielseitige Kombiniermöglichkeiten,
– rationelle Kombination auf „Leichtbauträgern",
– Einsatz von dem System angepaßten Gehäusen usw.
ihren festen Platz in der schöpferischen Gedankenwelt des Amateurs einnehmen.

2. Teile, Varianten, Preise und Probleme

Während Bauplan Nr. 13 noch durchweg Handmuster der geplanten Produktion zeigte, erhält der Interessent seit Ende 1969 in den genannten Fachgeschäften die daraus entstandenen Serienprodukte. Bild 1 und Bild 2 bieten nochmals einen Überblick der Systemteile; ergänzt wird diese Zusammenstellung durch die Tabelle der Preise (Tabelle 1).
Ausgeklammert wurden dabei die Gehäuseteile; für sie gilt: Bei Manuskriptabschluß war ihre Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Aller Voraussicht nach erscheinen sie gleichzeitig mit dem vorliegenden Bauplan Nr. 16 im Handel. Es empfiehlt sich daher, die entsprechenden Ergänzungsinformationen der „schnelleren" Amateurpresse (z. B. Zeitschrift „FUNKAMATEUR")

zu entnehmen, wo zu gegebener Zeit darüber berichtet wird. Das Wort „Variante" in der Überschrift weist auf einen Umstand hin, der infolge der schnellen Realisierung des Programms nicht zu vermeiden war, jedoch kein Nachteil sein dürfte. Das betrifft die Farbe der Polystyrolspritzteile. Zuerst war die Farbe Grau vorgesehen, als Ausweichfarbe Graugrün zugelassen. Ein größerer Anteil der Kappen und des Batteriebehälters entstand jedoch auch in Weiß. Die ursprüngliche Absicht, durchsichtige Kappen herzustellen, mußte aus verschiedenen Gründen aufgegeben werden. Das dürfte aber unseren Bastelanfängern entgegenkommen, deren Produkte im Aussehen noch nicht den „letzten Schliff" haben. Die undurchsichtige Kappe verhüllt kleine Unvollkommenheiten.
Die im allgemeinen durchsichtige Bodenplatte (vom Konstrukteur als „Deckel" bezeichnet!) gewährt dennoch einen schnellen Blick ins Innere; an gewissen Merkmalen erkennt man dann meist, welchen Baustein man „vor sich hat". Im übrigen sei auf die Möglichkeiten der Bezeichnung im Abschnitt 4. verwiesen.
Ein weiterer wichtiger Hinweis zu den Einzelteilen erscheint noch am Platz: Die größte Schwierigkeit für ein stets volles Angebot sämtlicher Teile liegt für Hersteller und Einzelhandel darin, daß kein grundsätzlicher Kaufzwang bezüglich bestimmter Kombinationen besteht, daß andererseits aber verständlicherweise beim Hersteller zu bestimmten Zeiten nur ein bestimmtes Sortiment „gefahren" wird, von dem kleinere „Handelseinheiten" in die Geschäfte kommen. Nun kann man aber keinem Amateur vorschreiben, welche Geräte er gerade bauen soll, also auch nicht, welche Bausteine und in welchen Stückzahlen er sie benötigt. Das trifft auch auf die Verhältnisse zwischen den Kappen- und Streifenstückzahlen zu. Andererseits muß der Käufer ein gewisses Verständnis dafür haben, wenn er nun nicht gleich einen Stapel Lochraster- oder Streifenleiterplatten erhält. Diese allseitig besonders interessierenden Teile entstanden zusammen mit dem System und sollen seine Handhabung (vom ersten eigenen Entwurf an bis zum gemeinsamen Federträger oder zum Aufbau von „Großbausteinen") erleichtern und erweitern. Das gilt, entsprechend abgewandelt, auch für Stecker und Federn sowie Lochleisten: Es ist sicher nichts dagegen einzuwenden, wenn bei vorübergehendem Bausteinleiterplattenmangel nur Stecker (sowie Federn und Lochleisten) gekauft werden, doch sollte man diese Steckverbindungsteile nicht „horten", sondern auch an die Amateure denken, deren bereits aufgebaute Bausteine erst dann voll und vielseitig wirksam werden können, wenn sie genügend Lochleisten (oder Lochrasterplatten) und Federn für einen Mehrfacheinsatz zur Verfügung haben.
Ein weiteres, nicht vorherzusehendes Problem ergab sich in jüngster Zeit. Es betrifft das System zwar nur mittelbar, da es auch ohne dieses bestände, doch sind einige Worte dazu nötig.
Durch das schnelle Wachstum unserer elektronischen Industrie bedingt, kann manchmal der Bedarf der Amateure an „klassischen" Bauelementen nicht immer und überall völlig gedeckt werden. Das zeigt sich z. B. zur Zeit der Manuskriptbearbeitung bei 1/8- und 1/20-W-Widerständen sowie bei Elektrolytkondensatoren. Bei näherer Betrachtung dieses Problems kommt man allerdings zu einem verblüffenden und im Grund sogar positiven Ergebnis. „Gebastelt" wird von den zahlreichen Elektronikamateuren unserer Republik stets und überall in starkem Maß. Eine umfangreiche Amateurelektronikliteratur bringt dazu laufend neue Anregungen. Leider sind diese – von einigen Ausnahmen abgesehen – meist so gehalten, daß sie zu Einzweckschaltungen führen, die man dann oft nicht wieder einsetzt, wenn das Interesse für diese Anwendung vorbei ist oder wenn etwas nicht geklappt hat. Die nächste Publikation, wenn sie ähnliche Bauelemente erfordert, zwingt beim Nachbau zur Demontage. Nun weiß man aber, daß viele Ziegel beim Auseinandernehmen einer herkömmlichen Wand zu Bruch gehen. Im Vergleich mit den beim Auslöten „sterbenden" Bauelementen ist das aber noch als harmlos anzusehen, denn auch halbe Ziegel ergeben eine neue Mauer, halbe Widerstände aber keine neue Schaltung! Es wäre jedoch weit über das Ziel hinausgeschossen, wollte man daraus ableiten, daß der Einzwecknachbau einer Schaltung (eigentlich schon ihre Publikation!) ein Vergehen gegen die Materialökonomie darstellte. Umgekehrt kann man allerdings feststellen: Jedes Bauelement, unter dem zuverlässigen Schirm der Schutzkappe in einem steckbaren Mehrzweckbaustein angeordnet, „entschärft" die derzeitige Bauelementesituation. Es kommt nur darauf an, daß man die verfügbaren Bauelemente zu solchen Bausteinen zusammenfaßt, die sich tatsächlich immer wieder verwenden lassen. Diese aktuelle „Lanze" für die Bausteintechnik mußte im vorliegenden Zusammenhang gebrochen werden, um etwa solchen Fehlschlüssen zu begegnen: das Erscheinen der Leiterplatten verschärfe die Bauelementelage. Logische Überlegung führt genau zum gegenteiligen Schluß!
Man kann also feststellen: Das System „Komplexe Amateurelektronik" unterstützt unsere Industrie nicht nur dadurch, daß der Nachwuchs zu modernstem Systemdenken angeregt wird, es zwingt außerdem zum rationellsten Einsatz der von der Industrie benötigten Bauelemente.
Was aber soll mit den zahlreichen Schaltungsresten in der Bastelkiste geschehen?
Dafür allen, die sich konsequent in die Bausteintechnik einarbeiten möchten, aber nicht sofort alle erforderlichen Widerstände und Kondensatoren erhalten, einige Ratschläge:

Schritt 1 – Man trage alles zusammen, was man aufgebaut hat, aber nicht mehr verwendet (jede „Brettschaltung" gehört dazu).

Schritt 2 – Mit Lötkolben und notfalls Seitenschneider sind vorsichtig alle Bauelemente aus den Schaltungen zu entfernen. Dabei beachte man die Wärmeempfindlichkeit von Transistoren und Elektrolytkondensatoren (mit Flachzange kühlen!) und biege keinen Anschluß mehr als notwendig (Bruchgefahr – man weiß nie, wie oft er vorher schon gebogen wurde!).

Schritt 3 – Die gewonnenen Bauelemente werden sortiert und ihre Anschlüsse vorsichtig geradegebogen, soweit für den Einsatz in den Bausteinen erforderlich (man beachte dazu schon jetzt die Bestückungspläne nach Bauplan Nr. 13 und die Hinweise in Abschnitt 3.).

Hinweis – Ein Bauelement läßt sich so lange verwenden, wie man – ohne es thermisch zu beschädigen – seine Anschlüsse mit Schaltdraht entsprechenden Durchmessers verlängern kann. Selbstverständlich muß bei Einbau solcher Bauelemente aufgepaßt werden, damit sich das angesetzte Stück beim Löten nicht unbemerkt löst. Im allgemeinen vermeidet man bekanntlich solches „Anstückeln". Da in den Bausteinen oft wenig Platz ist, wähle man die jeweils vom Volumen her noch mögliche Variante aus Bild 3 aus (Reihenfolge vom Sicheren zum Einfachen). In den meisten Fällen ist außerdem mit Isolierschlauch zu sichern.

Schritt 4 – Bei Schritt 3 wird man erstaunt sein, wie viele Teile sich plötzlich wieder zusammenfinden. Eine vollständige private Rationalisierung ergibt sich aber erst dann, wenn auch die zeitweise benutzten Schaltungen gesichtet werden. Zu diesem Zweck betrachtet man ihre Aufteilung. Oft wird diese Analyse zeigen, daß die Schaltungen ganz oder teilweise durch steckbare Bausteine ersetzt werden können, die man bereits im Sortiment hat oder sich noch schaffen möchte.

NF-Verstärker kleiner Leistung z. B. lassen sich meist durch GES4 und KUV2 oder 2NV2 ersetzen; bei noch geringeren Ansprüchen oft sogar durch 2NV2 plus VRG1. Zahlreiche Blinkschaltungen, Multivibratoren, Dämmerungsschalter u. a. kann man auf 2GV2, LVB1 oder Kombinationen mit KUV2 und SVB1 zurückführen. Diese Beispiele mögen genügen.
Die betreffenden Geräte baut man nun in Systemtechnik neu auf, oder (wenn lediglich 1 oder 2 Bausteine in Frage kommen) man wird sie „umfrisieren".
Diese Bausteine bleiben dann nur jeweils so lange in den Geräten, wie man sie tatsächlich benutzt. Die frei gewordenen Bauelemente ergänzen wirkungsvoll den Bestand für weitere Bausteine. Oft wird man sogar mit diesem Schritt 4 beginnen können.
Alle diese Hinweise gelten natürlich überwiegend nur für 1/20-W- und 1/8-W-Widerstände sowie für Kleinelkos, soweit sie im Bausteinsystem benötigt werden.
Abschließend noch einige Worte zur Transistorsituation: Die Verbindung zwischen dem Hersteller und der Fa. Hädrich hat dazu geführt, daß ein genügendes Angebot preiswerter Basteltypen zur Verfügung steht. Darüber hinaus sind die Markentypenpreise günstig. Sogar Silizium-NF-Transistoren gibt es bereits zu sehr ansprechenden Preisen (man beachte dazu die Empfehlungen in Abschnitt 4.), und der komplette Baustein SVB1 für 9,15 M bietet in begrenzter Stückzahl auch den SF 131 bzw. einen ähnlichen Typ für die Amateurpraxis.

3. Die Technologie des Systems

Dieser Abschnitt enthält Hinweise zur Handhabung der Systemteile. Die Empfehlungen können erst jetzt gegeben werden, nachdem die werkzeug- und materialbedingten Eigenschaften genügend bekannt sind.

3.1. Von der Leiterplatte zum Baustein

Die 1969 begonnene Auslieferung enthält 9 Spezialleiterplatten in den Formaten 20 mm × 25 mm und 25 mm × 40 mm sowie für jedes Format eine Universal-(Lötpunkt-)Platte. Während diese 11 Bausteinplatten wegen der Steckerstifte und des kleinen Formats 1-mm-Löcher tragen (abgesehen von bauelementebedingt größeren Durchbrüchen bei GES4, ZFV2 und LVB1), enthält die 12. Leiterplatte (Streifenleiterplatte 35 mm × 80 mm) 1,3-mm-Löcher. Damit ist es möglich, alle derzeit üblichen Bauelemente ohne Aufbohren für gedruckte Schaltungen einzusetzen (das gilt auch für die Lochrasterplatte).

Zuerst wurden 4 der Leitungsmuster noch mit einem Kolophoniumüberzug versehen, der sich allerdings für längere Lagerung als weniger günstig und auch nicht als sehr abriebfest erwies. Dafür erleichterte er jedoch das Löten. Später wurde ein Schutzüberzug mit dem ebenfalls lötfähigen Schutzlack RL 659 verwendet. Es ist aber ein weitverbreiteter Irrtum, anzunehmen, daß damit die Anwendung eines Flußmittels überflüssig würde. Lötflußmittel bietet jedes gut ausgestattete Geschäft für Amateurbedarf an, und nach wie vor sind die säurefreien, flüssigen Substanzen der Fa. Otto zu empfehlen (Löttinktur Nr. 23 oder WFF, diese aber anschließend möglichst mit Spiritus abwaschen). Nach Löten und Waschen kann man dann Kolophonium-Spirituslösung als Schutz auftragen, wenn der Baustein eine Kappe erhält. RL 659 ist natürlich auch dann günstiger.

Das Bestücken der Leiterplatte beginnt mit dem Einsetzen der Stecker. Bild 4 vermittelt Empfehlungen für beide Steckerformate. Auch zu den Steckern zunächst noch ein Hinweis: In der Übergangsphase zum neuen System werden noch größere Bestände des bisher erhältlichen „geraden" Steckers angeboten, die wesentlich länger sind, als von den Trägerteilen her (und auch rein ästhetisch gesehen) sinnvoll. Aus Bild 5 sind die empfohlenen Maße der Stecker ersichtlich. Es leuchtet ein, daß man sich aus einem solchen langen Stecker sehr leicht durch Abschneiden den neuen, kürzeren herstellen kann (das schafft jeder Seitenschneider); auch läßt sich aus ihm der neue, kürzere gebogene gewinnen.

Beim Steckereinsetzen gehe man vorsichtig zu Werk, damit weder der Stecker verbogen wird, noch sich die Kupferfolie unnötig aufwirft. In schwierigen Fällen reibt man die Löcher vorsichtig etwas auf (das hängt vom Material ab; in manchen Leiterplattenchargen verengt sich der Durchbruch nach dem Lochen stärker als üblich).

Gegenüber den früheren, ungeschützten Bausteinen bedeutet die Lötstelle für den gebogenen Steckerstift keine Schwierigkeit mehr, denn der Kappendeckel fängt später den Winkelstecker zuverlässig ab. Dennoch empfiehlt sich beim Löten weiterhin größte Sorgfalt. Der Steckerstift soll zwar allseitig vom Zinn umflossen sein, aber zwischen den teilweise recht eng benachbarten Lötstellen dürfen sich natürlich keine Brücken bilden. Beiden Forderungen kommt ein Tropfen Flußmittel sehr entgegen. Man läßt ihn einen Augenblick einwirken, so daß sich auch der Schutzlack mit lösen kann (das erlaubt schnelles Löten bei begrenzter Temperatur). Übrigens wird man bald feststellen, daß die vorgesehene Länge des durch die Platte gesteckten Schenkels beim gebogenen Stecker länger als notwendig ist: Das kommt zwar dem Durchstecken entgegen, kann sich aber später beim Einführen in die Schutzkappe als hinderlich erweisen. Man achte besonders darauf: Der Schenkel muß wirklich rechtwinklig gebogen sein, der Stecker glatt auf der Leiterplatte aufliegen. Das stellt sicher, daß sich später Platte, Stecker und Deckel gut in die Schutzkappe einfügen. Daher empfiehlt sich für den Winkelstecker die Reihenfolge

- einstecken bis zum Auflegen,
- abschneiden etwa 1 mm über der Leiterseite (stabilen Seitenschneider benutzen),

- auf rechtwinklige Lage zur Plattenkante ausrichten,
- Lötflußmittel aufbringen,
- mit der erforderlichen Zinnmenge am sauberen Lötkolben ohne Brückenbildung anlöten (am besten auf einer Unterlage, die ein Herausrutschen oder Verschieben des Steckers bei größeren Toleranzen verhindert).

Arbeitsgemeinschaften wird bei größeren Stückzahlen eine Rationalisierungsmaßnahme gemäß Bild 6 empfohlen.

Gleiches gilt bezüglich der Löcher für die geraden Stecker der Platten (25 mm × 40 mm). Man steckt sie aber mit der Spitze zuerst von oben durch die Platte, so daß sie auf der Folieseite erscheinen. Auf der Hartpapierseite sollen sie bündig abschließen. Unter Zugabe von Flußmittel wird mit einem spitzen Lötkolben flach um die Stecker gelötet, so daß keine allzu hohe Lötstelle entsteht. Abschließend schiebt man noch ein (nur etwa 1,5 mm langes) Stückchen Isolierschlauch über die Stecker und stellt damit sicher, daß die Leiterseite später nicht die Kontaktfedern der Federleisten berühren kann.

Nun beginnt die Bauelementemontage. Man kann sie sich (vor allem bei Format 25 mm × 40 mm) mit einer Kappe Gr. 3 erleichtern, indem man seitlich durch eine Bohrung ein Lämpchen steckt (z. B. Puppenstubenleuchte 4 V). Die zu bestückende Platte wird mit der Leiterseite nach unten auf die Kappenöffnung gelegt. Das Lämpchen erlaubt es, bei nicht zu großer Außenhelligkeit die Leiter als Schattenriß gut zu erkennen. Das entspricht der Darstellung in Bauplan Nr. 13, so daß man sich unmittelbar nach der dort gegebenen Bestückungshilfe richten kann.

Zuerst setzt man die größeren starren Teile ein (Übertrager, Spulen) bzw. die unten liegenden (beim LVB1 ist der 1/4-W-Widerstand sehr flach einzusetzen!). Jedes Bauelement wird sofort angelötet, um Verwechslungen vorzubeugen und damit man nichts vergißt. Es empfiehlt sich, zuvor stets die nötige Anschlußlänge zu ermitteln und dann (falls erforderlich; etwa bei stehend zu montierenden Widerständen) die Anschlüsse mit Isolierschlauch zu überziehen und die Enden unter Zugabe von Flußmittel frisch zu verzinnen.

Beim Einbau soll möglichst kein Anschluß umgebogen werden (Ausnahme: Transformator-Befestigungslappen). Man schneidet sie besser wieder etwa 1 mm über der Leiterseite ab und lötet sinngemäß, wie bei den Steckern beschrieben (Bauelement festhalten, damit die Anschlüsse nicht wieder herausrutschen). Auf diese Weise hergestellte Lötstellen gestatten es, ein Bauelement meist ohne Beschädigung der Leiterplatte einmal auszuwechseln. Auch bei Universalleiterplatten sollte man ähnlich verfahren und nicht die Bauelementeanschlüsse zur Verdrahtung benutzen, sondern von ihren Lötinseln aus mit nur etwa 0,5 mm dickem Schaltdraht verdrahten, der an Knickstellen ggf. noch auf leeren Leiterinseln durch einen Lötpunkt abgefangen wird. Änderungen sind dann fast immer möglich, ohne daß die kleine Kupferinsel am Lötkolben hängenbleibt.

3.2. Baustein und Schutzkappe

Bei der Bauelementemontage, die mit dem Einformen der Teile endet, muß man die Innengestaltung der Schutzkappe berücksichtigen, wenn eine solche vorgesehen ist. Man bedenke, daß die Gleitrippen bei Kappen Gr. 1 und Gr. 2 sowie die Stützkanten bei allen Formaten einen gewissen Raum beanspruchen, der von Bauelementen frei bleiben muß. Auch die maximal mögliche Bauhöhe ist einzuhalten. In Grenzfällen sollte man einen für Kappe Gr. 1 vorgesehenen Baustein besser in Kappe Gr. 2 einführen. Die normale Zuordnung sämtlicher Leiterplatten zu den entsprechenden Kappen geht aus Tabelle 2 hervor.

Schließlich achte man darauf, daß Bauelemente mit ihren Metallflächen keine Stecker oder die Anschlüsse anderer Bauelemente berühren (ggf. Isolierschlauch oder Klebefolie einsetzen). Zwischen Innenabmessungen der Kappe und Leiterplattenbreiten ergeben sich unvermeidliche geringe Toleranzen, die sich auf den mechanischen Halt des Bausteins in der Kappe auswirken

können. Im allgemeinen ist ein gewisser Klemmsitz anzustreben, damit der Baustein beim Herausziehen aus der Fassung nicht aus der Kappe gleitet. Man kann zwar den Deckel mit Plastikfix ankleben (dafür eignen sich besonders die 4 Auflagen in den Kappenkanten), doch möchte man in vielen Fällen auch einmal, ohne daß der Deckel etwa dabei bricht, an die Schaltung herankommen. Man schiebe daher zunächst die Leiterplatte (am besten noch vor dem Bestücken) bis zum oberen Anschlag in die Kappe. Gelingt das nicht, so feilt man nach oben hin die Kante etwas ab, d. h., die Platte soll oben etwas weiter unter das Nennmaß 25 gelangen als an der Steckerseite. Sitzt sie aber dabei schon zu lose, so legt man später in die Gleitrinne einen kurzen Papierstreifen (am besten ankleben), der aber beim Einschieben nicht um die obere Kante herumgezogen werden darf. In diesem Fall würde sich der Deckel, von der Leiterplatte gebremst, nicht ganz schließen lassen und die Stützkanten nicht erreichen.
Eine andere Möglichkeit für eine lösbare Befestigung (vor allem von Kappen Gr. 3) besteht darin, die federnden Eigenschaften der Kappenwände auszunutzen: Mit dem Lötkolbenschaft wird die Kappenwand in der Mitte über der Platte erweicht und etwas über diese gedrückt. Mit Messerklinge oder Fingernagel läßt sich dann im Demontagefall die Plattenwand so weit anheben, daß man den Baustein herausziehen kann.

3.3. Bausteinprüfung

Sofern man von Bauelementen mit noch unversehrten Anschlüssen ausgehen kann, empfiehlt es sich, bereits den für die Leiterplatte vorgesehenen Bauelementesatz vorzuprüfen. Bei der Verdrahtung achte man darauf, daß die Anschlüsse in ihrer Länge erhalten bleiben!
Der Aufbau kann relativ freizügig erfolgen, Hauptsache, die Gesamtschaltung läßt sich anschließend elektrisch auf Funktion testen (was die Prüfung der einzelnen Bauelemente automatisch einschließt). Sinnvoll ist als Mindestausrüstung auf jeden Fall ein kleines Strom- und Spannungsmeßgerät (wenigstens ein „Multiprüfer"), damit sich Stromaufnahme sowie Kollektor- oder Emitterspannungen überprüfen lassen.
Besitzer eines Experimentiergeräts „transpoly" können dieses auf die übliche Weise zum Schaltungsentwurf benutzen; sie haben damit gleichzeitig das erforderliche Instrument.
Als Beispiel für das Testen eines Satzes GES4 auf Lochraster- (oder auch Streifenleiter-)platte dient Bild 7.
An Hand der Angaben im Bauplan besorgt man sich zunächst sämtliche erforderlichen Bauelemente. Besonders bei Verwendung von Basteltransistoren liegt es nahe, den Bausatz zunächst auf einer Lochrasterplatte zu erproben. Dazu benötigt man einige Transistorfassungen und für die Ermittlung der Widerstandswerte Trimmpotentiometer (Einstellregler) für gedruckte Schaltungen, jeweils etwa im Wert des größten angegebenen Widerstands bei Abgleichwerten.
Beispiel: 100 bis 470 kΩ in der Schaltung erfordern für die Versuche ein 500-kΩ-Potentiometer und einen Begrenzungswiderstand von 100 kΩ, damit man nicht so sehr auf die Schleiferstellung achten muß. Nach Abgleich wird an ihr der nötige Gesamtwiderstand abgeschätzt, den man auf die Leiterplatte setzt.
Die Lochrasterplatte selbst ist mit Trägerstreifen zu versehen, die mit der angerauhten Platte durch Plastikfix zusammengeklebt werden (einige Stunden härten lassen!).
Noch zuverlässiger wird die Befestigung, wenn man gemäß dem Vorschlag in Abschnitt 3.4. (vgl. Bild 10) verfährt. Die Bauelemente werden anschließend nach Schema (Bild 7a) mit ihren Anschlüssen durch die Löcher der Platte gesteckt und mit dem Lötkolben sowie mit blankem Schaltdraht verbunden.
Die beiden Übertrager adaptiert man mit kurzen Stücken eines „Streifen 1" für die 1,3-mm-Löcher der Lochrasterplatte. Dazu bringt man mit der Laubsäge in einem Streifen 2 Einschnitte an, in die sich die Haltelappen des Übertragers einklemmen lassen (vgl. Bild 7b).
Transistor T2 und T3 müssen ein Pärchen sein, also in Stromverstärkung, Reststrom und Basis-

Emitter-Spannung für einen bestimmten Kollektorstrom (hier z. B. 3 mA und 10 mA als Meßpunkte) möglichst gut übereinstimmen. Dann stellt man für T1 mit R1 etwa 1,5 mA Kollektorstrom ein (zwischen Ü1 und Minus messen!) und für T2/T3 mit R2 etwa 3 mA (zwischen Ü2 und Minus); das muß bei der für später vorgesehenen Spannung geschehen, also bei etwa 6 V.

Schließt man nun an die beiden lackierten Drähte von Ü2 einen Lautsprecher von 5 bis 8 Ω an, so muß er einen Brummton wiedergeben, wenn etwa von der 6-V-Seite eines Klingeltransformators über etwa 470 bis 820 kΩ 50 Hz zwischen C1 und Plus eingespeist werden.
Sinngemäß kann man in dieser Art mit jedem Baustein verfahren.
Hinweise zu anderen Bausteinen enthält bereits Bauplan Nr. 13. Im allgemeinen empfiehlt es sich, Transistoren mit mittleren Stromverstärkungswerten einzusetzen, da dann etwa mit den angegebenen Widerstandswerten zu rechnen ist.
Die fertigen Bausteine sind – falls man den Bausatz vorher getestet hat – nur noch auf einwandfreie Verbindungen zu überprüfen. Das geschieht am besten in einer Schaltung, von der man weiß, daß sie in Ordnung ist. Der Baustein wird also am besten im Einsatz getestet.
Wer ganz sicher gehen will, daß Bauelemente nicht durch irgendwelche Zinnbrücken gefährdet werden, benutzt zunächst noch eine Prüfschaltung nach Bild 8.
Einen Kurzschluß zwischen Plus und Minus zeigt das Instrument durch Vollausschlag an.
Unterbrechungen oder etwa Basis–Emitter–Kurzschluß rufen nur einen geringen Ausschlag hervor.
Erreicht der Strom dagegen Werte, die von der Auslegung der Schaltung her zu erwarten sind, dann kann der Baustein unbedenklich in der vorher angedeuteten Weise auf Gesamtfunktion getestet werden.

3.4. Träger- und Kontaktfragen

Der nächste Schritt zum Bausteingerät besteht darin, die nach der Gesamtschaltung (Blockschaltung) erforderlichen Verknüpfungen auf einem Trägerrahmen der nötigen Länge vorzunehmen. Dem sollte ein Lageplanentwurf vorausgehen, der die Bausteingröße, die Quantelung durch die Zinken der Trägerstreifen und die günstigste Verdrahtung berücksichtigt (Beispiel s. Bild 9).
Der niedrige Preis der Polystyrol-Trägerstreifen gestattet es, relativ unbekümmert mit ihnen zu hantieren: Man kann sie nach Belieben zersägen und zusammenkleben. Dazu eignet sich am besten der Kleber „Plastikfix" von Asol-Chemie. „Duosan" u. ä. Kleber erfordern schon mehr Übung.
Wichtig ist, daß man der Klebestelle wenigstens eine Stunde Zeit läßt. Die Zinken des 160 mm langen „Streifen 1" sind bruchempfindlich. Es wär nicht möglich, sie dicker und damit stabiler zu gestalten, da die unvermeidlichen Toleranzen sonst einem Aufknöpfen der langen Lochrasterplatte entgegengestanden hätten.
Allerdings bleibt ein Trägerrahmen auch dann funktionsfähig, wenn einige Zinken fehlen: Man braucht sie sowieso nie alle! Außerdem lassen sich Lochleisten (also Federträger) auch mit einem durch den Lötkolben in den Streifen gedrückten Draht befestigen.
Eine äußerst stabile Montage von Lochleisten oder Lochrasterplatten auf dem Trägerrahmen (Bild 12 zeigt einen in üblicher Weise geklebten Rahmen) wird durch diese Reihenfolge gewährleistet:
- Lochleisten an den beiden äußersten Lochgruppen mit Feile oder Schmirgelleinen leicht anrauhen, mit Plastikfix bestreichen und auf der im Entwurf ermittelten Stelle über die Zinken schieben.
- Durchragende Zinken mit Lötkolben vorsichtig erweichen und mit Messerklinge sofort festdrücken (breitdrücken). Bild 10 zeigt das Ergebnis. Selbstverständlich müssen die Lochleisten vorher mit den erforderlichen Federn (vgl. Bild 12) bestückt werden.

- Beim Entwurf für die günstigste Anordnung der Federleisten auf dem Träger wird man feststellen, daß die 5 mm voneinander entfernten Zinken eine manchmal relativ grobe Quantelung bedingen. Betrachtet man Bild 44 in Bauplan Nr. 13 näher, so zeigt sich dort bei der 2. Leiste von links ein möglicher Ausweg: Ecken schräg abschneiden und das Mittelloch für die Montage benutzen (Voraussetzung dafür: zuverlässiges Kleben!).

Im übrigen ist es notwendig, bereits beim Bestücken der Leisten mit den Federn zu entscheiden, auf welcher Seite die der Verdrahtung dienenden längeren Federenden herausragen sollen. Dies kann das Verdrahten beträchtlich erleichtern (vgl. Bild 9 und Bild 11).
Für die Verdrahtung wird, soweit von Strom und Widerstand her zulässig, verzinnter Schaltdraht von nur etwa 0,5 bis 0,6 mm Durchmesser benutzt. Man überzieht den Draht überall dort mit Schlauch, wo Berührungsgefahr mit anderen Kontakten besteht. Dabei sind besonders auch die später unten durchragenden Stecker zu berücksichtigen.
Allerdings soll man beim Verdrahten die Bausteine nicht in den Fassungen lassen, da sich sonst die vorher zusammengelöteten Federenden leicht übereinanderspreizen. Es empfiehlt sich in den meisten Fällen auch nicht, einen Draht über mehrere Anschlußpunkte zu legen, da bei eventuellen späteren Eingriffen eine Demontage dann wesentlich schwieriger wird. Besser ist es, tatsächlich immer nur zwischen je 2 Endpunkten zu verdrahten. Daß dadurch entgegen üblichen Regeln manchmal mehr als 2 Drähte an einem Punkt zusammenzulöten sind, wirkt zwar zunächst als kleiner Schönheitsfehler, läßt sich aber mit etwas Geschick durchaus bewältigen. Der Trick dabei besteht darin, die Drahtenden mit der Justierzange so an den gewünschten Punkt zu biegen, daß sie dort schon rein mechanisch liegenbleiben.
Einen besonders wichtigen Hinweis noch zu den Kontaktfedern (bereits in Bauplan Nr. 13 enthalten): Jede neue Federleiste ist mit Hilfe eines einzelnen Steckers einmal vorzustecken, bevor der Baustein eingesetzt wird. Andernfalls kann es zum Verbiegen einzelner Federpaare kommen, oder sie weichen nach einer Seite aus.
Verbindungen vom „Chassis" nach anderen Teilen der Schaltung lassen sich auf mehrere Arten ausführen:
- In Experimentierschaltungen lötet man oft nur Schaltlitze an die betreffenden Punkte.
- In die stirnseitigen Streifen 2 werden vor der Rahmenmontage Federpaare eingesetzt (Bild 12); als Gegenkontakte benutzt man entweder an Schaltlitze gelötete 1-mm-Stecker (vgl. dazu Bild 12 in Bauplan Nr. 13) oder im Geräte-„Gestell" befestigte Kontaktplatten mit diesen Steckern, in die man den ganzen Rahmen einführt (Bild 13).
- Mindestens eine weitere Federleiste dient der Verbindung nach außen, Gegenkontakt ist dann z. B. eine Universalplatte (20 mm × 25 mm) mit Steckern, wobei durch Kapseln mit einer Kappe Gr. 1 (oben Loch für Litzen bohren) ein solider Mehrfachstecker für bis zu 9 Kontakte entsteht (läßt sich auch mit Schirmleitungen verwenden; unbedingt unverwechselbar kennzeichnen).
- Innerhalb fester Verdrahtungen erhält eine Lochleiste Stecklötösen als Anschlüsse für die Außenverdrahtung.

Das sind nur einige von zahlreichen Verbindungsvarianten.
In manchen Fällen, besonders beim Einsatz von Bausteinen außerhalb der Verknüpfungen des Systems, kann eine andere Gebrauchslage, also auch andere Kontaktlage erforderlich sein. Das betrifft z. B. die optimale Gestaltung von Bausteinen auf Universalplatten 25 mm × 40 mm in Kappe Gr. 3: Man kann sie auf die 40-mm- oder auf die 25-mm-Seitenfläche legen und die Leiterplatten sowohl leiterseitig als auch bauelementeseitig mit gebogenen Steckern versehen; in die Kappenwand werden an diesen Stellen Aussparungen eingefeilt.

3.5. Die Batterie im System

Je nach Strombedarf, Einsatzdauer, Volumen und anderen Faktoren versorgt man elektronische Schaltungen aus Batterie oder Netzteil. Zur elektrischen Seite der Netzteiltechnik mit Bausteinen enthält Abschnitt 5. einige Hinweise. Transformator- und Siebteil liegen allerdings in ihren Maßen meist so, daß es erst über systemeigene Gehäuse gelingt, sie mit reinen Bausteinschaltungen zu vereinen.
Günstiger sieht es dagegen in all den Fällen aus, bei denen auf Grund der genannten Faktoren Batterien der Größenordnung Knopfzelle und RZP2-Kleinakku genügen. Für den letztgenannten wurde noch 1969 ein entsprechender Behälter ausgeliefert, der jeweils einen Akku aufnimmt und gemäß Bild 14 kontaktiert wird. Die abgebildete Kontaktplatte klemmt man im dafür vorgesehenen Behälterschlitz fest.
Diese Kontaktplatte kann man leicht wie folgt hauchversilbern: Folie blankscheuern und entfetten (Spülmittel); dann einige Minuten in verbrauchtes (also mit Silber gesättigtes) Fixierbad legen; herausnehmen, unter warmem Wasser mit fettfreiem Tuch polieren, erneut einlegen; Vorgang 2- bis 3mal wiederholen. Die entstandene dünne Silberoberfläche ergibt (außer in schwefelhaltiger Atmosphäre) gerade bei kleinen Strömen günstigere Kontakteigenschaften als das leichter oxydierende Kupfer.
Ihren Platz finden diese Behälter unter dem Trägerrahmen. Dort lassen sich bei voller Rahmenlänge 3 Stück von ihnen hintereinander anbringen; die Öffnungen zeigen nach unten. Es ist jedoch nur bei Einheiten, in die man nicht wieder einzugreifen gedenkt, sinnvoll, diese Stromversorgungseinheit von unten anzukleben. Besser werden die erforderlichen Behälter zunächst, mit der Öffnung nach oben, hintereinander auf einen umgedrehten, schon zusammengeklebten Trägerrahmen gesetzt, so daß die Verzahnung der Behälter und der Streifen ineinandergreift (vgl. Bild 15). Jetzt erkennt man, daß die einzelnen Batteriekästen mit ihren Abstandsrippen nicht unmittelbar aneinanderliegen (Toleranzausgleich!). In diese Zwischenräume schiebt man Pappstreifen ein, die den Spalt ausfüllen. Mit Plastikfix und diesen Streifen klebt man nun die Batteriebehälter aneinander, so daß bei voller Streifenlänge eine 6-V-Einheit entsteht. Es ist darauf zu achten, daß sie auch dann noch überall – leicht klemmend – in die Trägerverzahnung paßt. Sie wird dort nur eingeklemmt, wenn man die Einheit endgültig (außen oder im Gehäuse) in Betrieb nimmt. Beim Experimentieren bleibt sie neben dem Rahmen liegen; die Verbindung geschieht über flexible Leitungen.
Die Verdrahtung für 6 V nimmt man gemäß Schema Bild 16a vor, wobei die ausgesparten Schlitze vorn (evtl. auch hinten) die Drähte aufnehmen, ohne daß diese auftragen. In anderen Gerätekonstruktionen läßt sich dieser Batteriestreifen natürlich auch neben dem Rahmen anordnen, oder man klebt die Behälter mit den längeren Seiten aneinander, wobei schmale Pappstreifen die werkzeugbedingte Behälterkonizität ausgleichen. Bild 16b zeigt, wie man beispielsweise eine solche Einheit auf der (etwa aus Polystyrol bestehenden) Grundplatte eines Empfängers gemäß Abschnitt 5.1. befestigt. Die Verdrahtung ist einfach.
Neben den genannten Stromversorgungseinheiten bietet sich noch die z. Z. im Ersatzteilhandel billig erhältliche aufladbare Knopfzelle D-0,1 für Bausteinkombinationen an (eingesetzt in den sowjetischen Taschenempfängern „Kosmos" und „Orljonok"). Es gelingt ohne große Schwierigkeit, sie einzeln (≙ 1,2 V) in einer Kappe Gr. 1 oder in Serie zu 2 Stück (≙ 2,4 V) in Kappe Gr. 2 unterzubringen, ja sogar 5 hintereinander (≙ 6 V) in Kappe Gr. 3. Im letzten Fall wird allerdings eine spezielle Konstruktion nötig und ggf. ein Schlitz im Deckel, so daß sich die Einheit unten mit einer Universalplatte 25 mm × 40 mm schließen läßt.
Bild 17 vermittelt einen Vorschlag für die Kontaktierung steckbarer Batterien. Auf diese Weise wird es möglich, eine Schaltung auch leicht aus mehreren unabhängigen Stromquellen zu speisen, wie das etwa bei Verstärkern mit Brückeneingang interessieren könnte. Auch im Zusammenhang mit dem SVB1 sind solche Lösungen reizvoll; so kann der SVB1 zusammen mit einer 1,2-V-Zelle einen ständig betriebsbereiten Indikatorkopf bilden, der erst dann Strom aufnimmt, wenn etwas signalisiert wird (Feuchtemelder u. ä.). Der niedrige Reststrom des SF 131 gestattet solche „schalterlosen" Geräte. Übrigens lassen sich auch die 2-V-Einheiten steckbar gestalten, wenn man in den Behälterboden nahe der Kontaktplatte 1-mm-Löcher bohrt und genügend lange Steckerstifte mit der Kontaktplatte verbindet bzw. unten eine Universalplatte zwischen die Zahnstreifen legt und dort die Stecker einlötet.

4. Bausteinschaltungen und Variationen

Die in Bauplan Nr. 13 enthaltenen 9 Leitungsmuster bleiben 1970/71 im Programm und stehen in den von der Marktreaktion beeinflußten Stückzahlrelationen zur Verfügung. Das gilt selbstverständlich auch für die beiden Universalplatten. Während also Anfänger und „spezielle Interessenten" zu den vorhandenen Grundschaltungen greifen, besteht für die anderen die Möglichkeit, auf Universalplatten oder auch auf selbstgeätzten anderen Leiterplatten im Systemformat beliebige Bausteine aufzubauen. So entstehen bei den Anwendern oft „Subsysteme", die sich der Systemteile bedienen, teilweise aber Bausteine enthalten, die nicht im allgemeinen Angebot liegen. Das spricht jedoch nur für das System und bestätigt seine Dynamik.
Aus diesen Betrachtungen geht hervor – wie auch schon bei Bauplan Nr. 13 zum Ausdruck kam –, daß die angebotenen Spezialleiterplatten lediglich „Keim" oder „Kern" sein sollen, aus dem der schöpferische Amateur eine Vielfalt von Bausteinen gewinnt.
Nachfolgend ein geradezu „drastisches" Beispiel für diese Überlegung: Mit den inzwischen auf dem Amateurmarkt erhältlichen Silizium-NF-Transistoren dürfte es dem Fortgeschrittenen (nachdem er sich auf Versuchsschaltungen mit gewissen Eigenschaften der Siliziumtechnik vertraut gemacht hat) nicht schwerfallen, einen großen Teil der angebotenen Schaltungen in Siliziumtechnik aufzubauen. Grundsätzlich sind dazu alle Elektrolytkondensatoren in der Polarität umgekehrt einzubauen; außerdem ist die Spannungsquelle umgekehrt zu polen. Vor allem muß man sich auf einen größeren Stromverstärkungsspielraum einstellen: Die im SVB1 eingesetzten „unsortierten" SF 131 hatten teilweise Stromverstärkungswerte um 300 und mehr! Man erinnere sich daher bei der richtigen Schaltungsdimensionierung der Hinweise zur Berechnung von Basiswiderständen oder Spannungsteilern, wie sie im Bauplan Nr. 4 („Prüfgeräte für Transistoren und Dioden") enthalten sind oder wie man sie in Fischers Buch „Transistortechnik" findet. Der genauen Dimensionierung kommen die kleinen Restströme sehr entgegen, während die Temperaturabhängigkeit der Transistordaten bei großen Temperaturhüben ebenfalls zu berücksichtigen ist.
Wie gesagt – eine solche „Silizierung" der Schaltungen zu den 9 Leitungsmustern sollte nur der Fortgeschrittene vornehmen und nur nach Erprobung auf Lochraster- oder Streifenleiterplatte im Sinn von Bild 7. Außerdem werden die Anschlüsse der Miniplasttransistoren gelegentlich eine Verlängerung durch Schaltdraht erfordern, damit man die vorgesehenen Anschlußlöcher erreicht.
Ein typisches und vielseitiges Beispiel für einen solchen Baustein ist der Komplementärverstärkerbaustein; empfohlene Bestückung als KVB1 mit GC 116 (o. ä.) und SF 131 (SC 206 o. ä.) oder als KVB2 mit GC 301 und SF 121 (noch besser SF 126, dann als 0,5-A-Baustein geeignet!). Der KVB1 paßt in eine Kappe Gr. 1, der KVB2 in eine Kappe Gr. 2. Wird die Leiterplatte mit 3 entsprechend liegenden Zusatzbohrungen versehen, dann kann man den KVB2 auch in Kappe Gr. 1 unterbringen (SF-121-Anschlüsse durchstecken, so daß Transistor flach aufliegt, hinten umbiegen und zu den Lötaugen führen). Als Leiterplatte eignet sich die des 2GV2 oder eine Universalleiterplatte 20 mm × 25 mm. Hauptsache, die Kappe wird eindeutig beschriftet. Bild 18 zeigt den Stromlaufplan und die Bestückungsangaben für die 2GV2-Platte. Die Abschnitte 5.1. und 5.3. enthalten 2 Einsatzvorschläge für den Baustein. Es empfiehlt sich, die Stromverstärkungswerte beider Transistoren auf der Kappe zu vermerken, damit die jeweilige Verknüpfung bezüglich zusätzlicher Widerstände stets optimal ausgelegt werden kann! Über-

haupt ist es sinnvoll, auch die in Bauplan Nr. 13 enthaltenen Stromlaufpläne umzuzeichnen und sie bei günstigster Flächenausnutzung auf die Bausteinkappen zu kleben (Ausnahme LVB1): bei Größe 3 von oben, bei Größe 1 und 2 auf die 20-mm-X-25-mm-Seite. Bei Mehrbedarf sollte man sie auf 1:1 fotografieren und beliebig vervielfältigen. Fotopapier ist zudem griffester als Zeichenpapier, das man ggf. mit farblosem Lack überzieht.

5. Schaltungstechnik mit Bausteinen

In Bauplan Nr. 13 wurden auf relativ kleiner Fläche Anwendungsbeispiele für die Bausteine in Form von Blockschaltbildern geboten; es blieb nur wenig Raum für weitere Informationen. In diesem und dem folgenden Abschnitt soll einiges davon nachgeholt werden.

5.1. Der „entwicklungsfähige" Empfänger

Angesichts der Tatsache, daß die jährlich neu in den Kreis der Elektronikbastler tretenden Jugendlichen noch immer meist mit einem einfachen Rundfunkempfänger beginnen, den sie dann laufend verbessern (im Wechselspiel mit den wachsenden Kenntnissen), soll zunächst ein diesen Wünschen entsprechendes Programm vorgestellt werden. Es hat den Vorzug, daß man für seine verschiedenen Stufen immer wieder die bereits zu Beginn benutzten Bausteine (mit sinnvollen Einschränkungen) einsetzen kann. Das Programm beginnt beim Detektor und endet beim Super (das für die einzelnen Stufen nötige theoretische Mindestwissen erwirbt man sich z. B. durch die Lektüre der 3 Broschüren „Vom Detektor zum Superhet" aus der Reihe „Der junge Funker"). Hier soll hauptsächlich die elektrische Seite beachtet werden. Für die praktische Gestaltung sei auf Abschnitt 6. und auf Teil II der Broschüre „Wege zum Gerät" (ebenfalls Reihe „Der junge Funker", Heft 14) verwiesen.
Man benötigt in der Reihenfolge ihres Einsatzes die Bausteine DBS2, KUV2, GES4, EBS2–1, ZFV2, LVB1 sowie bei Bedarf den VRG1 und (je nach weiterer Zusammenfassung von Bauelementen) noch einige Universalleiterplatten.
Tabelle 3 gibt Aufschluß über die jeweils zu einem Modell gehörenden Bausteine und über das weitere Zubehör. Dem Experimentierdrang des Fortgeschrittenen bietet die Tabelle noch einige Varianten, allerdings ohne Details, die allein schon wieder einen Bauplan füllen würden. Ausgangspunkt für jede Stufe bildet die Beschreibung in Bauplan Nr. 13, nach dessen Angaben die Bausteine zusammengestellt werden, die man dann gemäß Abschnitt 3.3. prüfen kann.

Stufe 1 – Detektor mit NF-Verstärker und Kopfhörer (Bild 19)

Im Baustein DBS2 steht ein HF-Gleichrichter in Spannungsverdopplerschaltung zur Verfügung; in Verbindung mit einem KUV2 als NF-Verstärker gestattet er bei einer nach örtlichen Verhältnissen auszuwählenden Antenne praktisch überall den Empfang von wenigstens einem Sender. Da ein Anfänger oft schon beim Schwingkreis Schwierigkeiten hat, benutzt er am besten den im Bausatz EBS2–1 (preisgesenkte Übernahme aus dem alten Programm) enthaltenen bewickelten Ferritstab. Als Drehkondensator sollte man aber bereits einen für den späteren Super geeigneten benutzen, am besten den Luftdrehkondensator Typ 104. Auch die modernen Foliedrehkondensatoren eignen sich; die abweichenden C-Werte erfordern aber jeweils eine Anpassung des Schwingkreises.
Da die Ferritstabdaten stark streuen können, nur einige grobe Richtwerte:
Die unterste Wicklung des EBS2–1 (w_1, etwa 75 bis 95 Wdg., je nach Ferritstab), auf 330 pF Kreiskapazität für Mittelwelle abgestimmt (Induktionsabstimmung, vgl. die dem EBS2–1 beiliegende Anleitung!), ist bei Einsatz eines Drehkondensators kleinerer Kapazität (C_D) in folgendem Verhältnis zu vergrößern:

$$w_{neu} = w_1 \times \sqrt{\frac{330}{C_D/pF}}$$

Die Differenz $w_{neu} - w_1$ wickelt man im gleichen Wickelsinn auf die Spule und verbindet Spulenende mit Zusatzspulenanfang. Für den Einsatz als Detektor braucht man aber noch nicht unbedingt den Drehkondensator, wenn mit dem 330-pF-Kondensator des Bausatzes EBS2–1 gearbeitet wird (vgl. die dem EBS2–1 beiliegende Anleitung). Der Ferritstab dient dann, da er sich in der Spule verschieben läßt, als Abstimmelement. Ein dafür günstiger mechanischer Antrieb wurde in Bauplan Nr. 1 (Einkreisempfänger „Start") beschrieben.
Drehkondensatoren mit mehr als 330 pF Endkapazität kann man ohne Wicklungsänderung verwenden: Man zieht den Ferritstab so weit aus der Spule heraus, bis bei eingedrehtem Rotor gerade der letzte Mittelwellensender (tiefster Frequenz) hörbar wird. Der Rest des EBS2–1, also der eigentliche Baustein, bleibt zunächst unberührt. Er ist der nächsten Experimentierstufe vorbehalten. Den DBS2-Eingang schließt man je nach örtlichen Verhältnissen an w_2 oder w_3 an: w_2 ergibt größere Lautstärke, w_3 größere Trennschärfe.
Der folgende KUV2, den man am besten mit einem GF 105 bestückt (er ist dann sowohl für NF- als auch später für Mittelwellen-Mischzwecke geeignet), dient in dieser Schaltung der NF-Verstärkung für einen 2000-Ω-Kopfhörer.
Hinweis: Alle vorgestellten Schaltungen können bei (exemplarbedingten) niedrigen HF-Verstärkungen durch einen 2. KUV2 oder einen 2NV2 verbessert werden!

Stufe 2 – Audion mit NF-Verstärker und Kopfhörer (Bild 20)

Der Eingangskreis wird wie bei Stufe 1 abgestimmt (also wahlweise mit L oder C); der NF-Teil bleibt ebenfalls unverändert. Den DBS2 ersetzt man durch den Baustein EBS2–1 (Federleiste neu schalten oder bereits bei Stufe 1 mit den sowohl für DBS2 wie für EBS2–1 erforderlichen Federn bestücken). Aus der Anleitung zum EBS2–1 ersieht man alles Notwendige; sie erhält außerdem noch einige Varianten (bezogen auf die früheren Bausteine; „Übersetzerschlüssel" sind Stromlaufpläne und Anschlußbezifferungen der Bausteine in Bauplan Nr. 13). Statt des für die Rückkopplungseinstellung angegebenen alten Bausteins KRS1 (von dem noch verbilligte Restbestände erhältlich sind) bringt man besser ein Einzelpotentiometer an, das konstruktiv größere Freizügigkeit gestattet.
Bei richtiger Handhabung von Abstimmung und Rückkopplung – ein Prozeß, den man durch entsprechende Übung beherrschen lernt – bringt das Audion bei gleichem Antennenaufwand mehr Empfindlichkeit und Trennschärfe, bzw. man geht, um den Ortssender zu empfangen, mit der Antenne bis auf 0 herunter und nimmt nur mit dem Ferritstab auf.

Stufe 3 – Lautsprecherwiedergabe mit kleiner Leistung (Bild 21)

Statt des Kopfhörers schließt man an den Ausgang der Experimentierstufe 1 oder Stufe 2 einen Arbeitswiderstand in Form eines Lautstärkepotentiometers an, gefolgt von Baustein GES4 und einem 8-Ω-Lautsprecher (Bausatzprüfbeispiel vgl. Abschnitt 3.3.). Für stationäre Experimente sollte man keinen zu kleinen Lautsprecher anschließen, denn gerade Einkreisempfänger bieten bei Ortssenderempfang eine für Mittelwelle erstaunlich gute Wiedergabequalität (soweit der Frequenzbereich noch von der GES4 verarbeitet wird). Gute Tiefenwiedergabe erfordert eine Schall„wand", die in ihrer Ausdehnung wenigstens doppelt so groß sein soll wie die Membran. Die Schallwand erhält in der Mitte eine Öffnung in der Größe der Membran.
Soll das Gerät dagegen sehr klein werden, so darf man über den geringeren Wirkungsgrad und die bescheidene Tiefenwiedergabe z. B. eines LP 558 nicht enttäuscht sein.

Stufe 4 – Kleinsuper (Bild 22) – Zwischenlösung, die man überspringen kann

Als NF-Ausgang wählt man für Kopfhörerbetrieb wieder den KUV2 oder für Lautsprecherwiedergabe die GES4 (ggf. mit vorgeschaltetem KUV2). Die Demodulation übernimmt der DBS2. Als Eingangskreis kann man wieder den des EBS2–1 verwenden; der gewählte Drehkondensator bestimmt die genauen Wickeldaten (s. vorn). Das oft mit „Ant." bezeichnete Paket (das größere) wird statorseitig mit dem oberen Ende der Wicklung w_1 verbunden; das Masseende ist für beide Pakete gleich. Je nach Drehkondensator braucht man nun aber eine bestimmte Oszillatorspule: Für „Sternchen"-Drehko die „Sternchen"-Oszillatorspule, für „Mikki" eben die aus dem „Mikki" oder für den Typ 104 eine Mittelwellen-Oszillatorspule aus T100 oder Nachfolgetypen. Für Typ 104 gibt außerdem Tabelle 4 die Wickeldaten für einen Kleinkammerspulenkörper 2016 an (mit Kern; Material meist unbekannt, daher w_1 nur Richtwert, aber für den Anfang ausreichend). Bei richtiger Verdrahtung und Einstellung des KUV-Arbeitspunkts (etwa 0,5 bis 1 V am Emitterwiderstand, mit Hilfe des Basisteilers eingestellt) ist mit dieser Mischstufe Mittelwellenempfang möglich, d. h., im Kollektorkreis muß eine mit der Modulation des eingestellten Senders amplitudenmodulierte Zwischenfrequenz von etwa 455 kHz erscheinen (bei entsprechendem Abgleich des Oszillators). Aus Tabelle 5 sind die Daten der erforderlichen ZF-Spule ersichtlich (vgl. Bauplan Nr. 13, Kreisdaten des ZFV2), ebenfalls auf 2016 gewickelt, oder man verwendet ein fertiges AM-Filter von Stern-Radio (z. B. Typ AM 5).
Allerdings braucht die Zwischenlösung einen zusätzlichen KUV2 als ZF-Verstärker, am besten mit einem GF 121 oder GF 130 bestückt. Sind die empfangenen Sender sämtlich von einem Pfeifton begleitet (der auch bei Verändern der Abstimmung des ZF-Kreises bleibt), so legt man parallel zum ZF-Kreis einen Dämpfungswiderstand in der Größenordnung einiger zehn Kiloohm. Der Abgleich dieser Zwischenlösung erfolgt ähnlich Stufe 5. Versuch Regelung: 1 (DBS2) und 9 (KUV2) von Plus ab und mit 2 (DBS2) verbinden; 7 (KUV2) abtrennen; dafür von 8 (KUV2) Serienschaltung 10 kΩ und Trimmpotentiometer 250 kΩ an 3 (KUV2); 9 (DBS2) an Plus. Am Potentiometer ohne Signal wieder Arbeitspunkt wie oben einstellen.

Stufe 5 – 7-Kreis-Super mit Piezo-ZF (Bild 23)

Jetzt baut man den Baustein ZFV2 auf. Dabei ist es allerdings nützlich, über Stufe 4 bereits eine prinzipiell arbeitende Mischstufe zur Verfügung zu haben. Man stellt nun einen Sender ein (der auch „hinten" hörbar wird) und gleicht am LC-Kreis des ZFV2 auf Maximum der Wiedergabe ab. Das Potentiometer im ZFV2 soll dabei zunächst etwa in Mittelstellung stehen. Anschließend verändert man vorsichtig so weit, daß bei schwachen Sendern die Lautstärke zunimmt, ohne daß Pfeifen einsetzt oder der Empfang unterbrochen wird. Zum Schluß bringt man den Vorkreis mit Hilfe des Ferritstabs am unteren Mittelwellenende auf Maximum. Dieser Vorgang ist mit dem Drehkotrimmer am oberen Mittelwellenende zu wiederholen. Das gleiche geschieht nochmals zwecks Nachgleichs. Sollte „unten" im Vergleich mit einem Industrieempfänger ein Sender fehlen, so dreht man den Oszillatorkern in die Spule, andernfalls (bei zuviel Platz unten) dreht man ihn entsprechend heraus. Anschließend ist nur am Vorkreis nachzugleichen (Ferritstab, Trimmer). Fehlt oben etwas, so verringert man den Trimmerwert des Oszillatorteils am Drehkondensator und gleicht am Vorkreistrimmer wieder auf Maximum ab.

Stufe 6 – Netzteil und größere Endstufe

Während der geringe Strombedarf der GES4 alle bisherigen Experimente mit einer 6-V-Batterie auszuführen gestattet (3 RZP2-Akkus in 3 aneinandergeklebten Batteriebehältern des Systems), legt Dauerbetrieb einen Netzteil nahe, vor allem bei größerer Endstufe. Diese Einheit kann einfach ausgelegt sein, besonders in Verbindung mit einem für Anfänger empfehlenswerten

Klingeltransformator (gekapselt und damit berührungssicher). Das bedeutet gleichzeitig Kurzschlußfestigkeit, allerdings auch lastabhängige Ausgangsspannung, was aber für einen Empfänger der beschriebenen Art (noch dazu im A-Betrieb) wenig stört. Bei Einkreisempfängern wird die Verwendung eines Klingeltransformators wegen seines großen Streufeldes allerdings problematisch, da dieses vom Ferritstab aufgenommen wird und über den gesamten Verstärkerzug unangenehm laut bis zum Lautsprecher gelangt.
Gleichrichter und Siebteil der Stromversorgungseinheit passen auf ein Stück Lochraster- oder Universalleiterplatte und können getrennt im Gerät angeordnet oder (bei entsprechender Bauhöhe) auch auf dem gemeinsamen Trägerrahmen befestigt werden. Der Siebaufwand hängt vom Strombedarf ab. Um nicht wieder neu aufbauen zu müssen, benutzt man bereits für die GES4 2 × 1000 μF (notfalls 2 × 500 μF). Die Einstellung von etwa 6 V am Siebelko nimmt man mit den beiden Widerständen R1 und R2 vor (Bild 24).
Für den Einsatz eines LVB1 entfernt man R2 und verringert R1 auf wenige Ohm, so daß nur noch etwa 0,5 V über ihm abfallen. Bleibt der Klingeltransformator, so ist der Gewinn an Sprechleistung nicht allzu groß; dafür hat man einen kurzschlußfesten Netzteil (R_i des Trafos beachten).
Außerdem wird ein getrennter Gleichrichter überflüssig, er ist im LVB1 enthalten. So ergibt sich eine Endstufe mit Netzteil gemäß Bild 25a. Für eine optimale Vorverstärkung empfiehlt sich neben dem KUV2 ein VRG1, der auch als Zwischenlösung (wenn LVB1 noch nicht vorhanden) Lautsprecheranschluß über Stecker 3 und 4 gestattet, wenn auch mit bescheidener Lautstärke. Der KUV2 läßt sich einsparen, wenn man auf Vollaussteuerung schwacher Sender verzichtet; umgekehrt ist es auch möglich, vom KUV2 aus den LVB1 ohne VRG1 anzusteuern. Den Lautsprecher schließt man prinzipiell direkt an den LVB1 an, wobei man noch die Varianten „Anschluß im Emitterkreis" (großer Eingangswiderstand; große Gegenkopplung) und „Anschluß im Kollektorkreis" (größere Verstärkung, in Bild 25a benutzt) erproben kann. Leider gibt es gegen diese Schaltungsart gewisse Einwände des Lautsprecherherstellers, obgleich man sie vielerorts einsetzt. Es ist zu bedenken, daß dann bei A-Betrieb und etwa bei einer Einstellung auf $\frac{U_B}{2}$ am Lautsprecher in diesem die Dauerleistung $P = \frac{U_B^2}{4R_L}$ in Wärme umgesetzt wird (im allgemeinen $R_L \approx 0{,}8$ Z). Außerdem entsteht ein Magnetfeld, das die Membran je nach Polung nach innen zieht oder nach außen drückt. Bei zu großer Auslenkung gerät die Membran dann aus dem normalen Bereich des Luftspalts, was größere Verzerrungen zur Folge hat.
Man muß also einen für die gebotene Leistung reichlich dimensionierten Lautsprecher wählen, handelt aber dennoch auf eigenes Risiko. Im Versuchsmuster der Schaltung nach Bild 25a wurde der LP 553 (4 Ω) eingesetzt und so gepolt, daß die Membran etwas nach außen trat. Der Emitterwiderstand begrenzt I_{max} und damit P_{max}. Dennoch ist der Lautsprecher gefährdet, wenn der GD 160 defekt ist (c-e-Durchbruch). Sicherer fährt man mit einer Paralleldrossel, wie sie Bild 25a gestrichelt zeigt (günstigere Lautsprecheranpassung ggf. an Anzapfung!). Für den LP 553 genügten in der Schaltung diese Daten: etwa 300 Wdg. (Anzapfung bei etwa 200 Wdg., 0,55- bis 0,6-mm-CuL, auf M42, Dyn.-Bl. IV, wechselseitig geschichtet).
Die von der Kühlung des LVB1 her bei Zimmertemperaturen zulässige Belastung bei einer Nennspannung von 6 V erfordert auch jetzt das RC-Glied in der Emitterleitung des LVB1. Um die bei diesen Bedingungen möglichen Sprechleistungen der Schaltung von (größenordnungsmäßig) 300 bis 400 mW zu realisieren, ist der Klingeltrafo durch einen „Heiztrafo" für 6,3 V zu ersetzen (in M42 möglich). A-Betrieb des LVB1 gestattet es, über R1 im Netzteil die maximal zulässigen 6 V am Siebelko einzustellen; Arbeitspunktkorrektur im LVB1 eventuell durch Parallel- oder Serienschaltung eines Widerstands zu R1. Sicherer bezüglich der eingestellten Spannung und außerdem günstiger im Restbrumm der Stromversorgung ist selbstverständlich ein einstellbarer, stabilisierter Netzteil mit einem weiteren LVB1 (Quellenhinweis vgl. Abschnitt 5.2.).

Stufe 7 – Eisenlose Endstufe für etwa 1,5 W

Als „Krönung" der Mittelwellen-Empfangsversuche dürfte eine leistungsfähige Endstufe in Verbindung mit einem 4-Ω-Lautsprecher entsprechender Belastbarkeit (Empfehlung: L 2259 PBO/A) gelten. Sie bietet gleichzeitig den Übergang zu anspruchsvolleren Empfängerschaltungen (z. B. in Verbindung mit UKW-Eingangsteil). Für die im folgenden vorgestellte Bausteinkombination benötigt man einen Netzteil, der bei 9 V etwa 0,7 A abzugeben vermag, wenn die genannte Ausgangsleistung erreicht werden soll. Es hat sich allerdings gezeigt, daß auch weniger oft ausreicht (im Interesse der Nachbarn!). So erlauben z. B. 6 V noch 0,5 W. Unter 6 V sollte man nicht gehen, sonst wird der Aufwand sinnlos.
Die in Bild 25 b dargestellte Schaltung eignet sich zum Anschluß an den Bausteinsuper (DBS-Ausgang gemäß Bild 23) und funktioniert (mit entsprechend kleinerer Ausgangsleistung) auch noch am „Klingeltrafonetzteil" nach Bild 24 (R1 auf 10 Ω reduziert, R2 entfernt); für Versuche genügt diese Leistung. Man achte jedoch darauf, daß der NF-Eingang keine Brummeinstreuungen erhält (kurze Leitungen, keine Schleifenbildung), auch ist das Zusammenführen der Plusleitungen von den einzelnen Stufen im Sinn einer Sternerdung von Bedeutung.
Bild 25 c deutet schließlich an, wie man die Schaltung für Geräte mit Minuspol an Masse abwandeln kann. Im konkreten Fall handelt es sich um das Zusammenwirken des UKW-Taschensupers nach Bauplan Nr. 11 (Ausgang am Lautstärkepotentiometer hinter dem Demodulator, NF-Teil abgeschaltet) und des Verstärkers nach Bild 25 b, modifiziert gemäß 25 c. Dabei erhielt der UKW-Super seine Versorgungsspannung aus demselben (geregelten) Netzteil wie der Verstärker. Für den Netzteil wurde ein Muster gemäß Bauplan Nr. 12 (Bild 14) benutzt, eingestellt auf 8 V. Die auf diese Weise schnell zusammengesetzte Anlage demonstriert trotz des bei 8 V auf etwa 150 mA begrenzten möglichen Dauerausgangsstroms des Netzteils die Leistungsfähigkeit des Verstärkers in der verzerrungsarmen, raumfüllenden Wiedergabe sowohl hoher als auch tiefer Frequenzen.
Ausgerüstet mit den Erfahrungen aus derartigen Bausteinexperimenten, wird der fortgeschrittene Amateur dann an den Einzweckaufbau einer Verstärkeranlage gehen, die auf Grund ihres hohen Zeitausnutzungsgrads nicht aus steckbaren Bausteinen bestehen muß. Dadurch werden die Bausteine für neue Experimente frei.
Abschließend sei noch kurz darauf hingewiesen, daß man bei all diesen Kombinationen nicht die Entkopplung mehrstufiger Verstärkerschaltungen voneinander vergessen darf. Bekanntlich erregen sich Verstärker immer dann, wenn ein solcher Bruchteil der Ausgangsspannung in der richtigen Phase auf den Eingang gelangt, daß er – mit der Verstärkung multipliziert – gerade wieder die Ausgangsspannung ergibt. Je höher die Verstärkung, desto kleinere Bruchteile genügen schon. Die Stromversorgung mit ihrem Innenwiderstand (in Verbindung mit der richtigen Masseführung) ist dafür ein entscheidender Faktor. Die in den Schaltungen zur Unterdrückung solcher Erscheinungen angedeuteten RC-Glieder werden um so wirksamer, je größer R und C sind. R beeinflußt wegen I aber auch die noch zur Verfügung stehende Spannung der „gesiebten" Stufe, so daß man meist mit großem C arbeitet (spezielle Maßnahme vgl. Bild 25 a: Gleichrichter verhindert Entladung des Vorstufen-C und dadurch Mitkopplung bei großem Endstufenstrombedarf). Die modernen Elektrolytkondensatoren für Kleinspannungen (z. B. 50/15, 100/10, 200/3) haben bereits so kleine Dimensionen, daß für Standardfälle selbst steckbare Siebglieder möglich sind, wie schon Bauplan Nr. 13 mit dem NSG1 bewies. Entscheidend für ihre Wirksamkeit bleibt jedoch, daß die Masseleitungen der einzelnen Stufen nicht „wild", sondern in kritischen Fällen so gelegt werden, daß sie sich alle erst am Batteriepol treffen (Sternerdung; viele pfeifende oder blubbernde Verstärker lassen sich mit einer solchen Masseleitungsführung retten). Gerade die streifenförmige Anordnung der Rahmenverdrahtung kann zu ungünstiger Verlegung der Leitungen führen! Für niedrige Verstärkungen wie etwa „Detektor mit 1 oder 2 NF-Stufen" besteht dagegen kaum eine solche Gefahr.

5.2. Netzteiltechnik

Für Zwecke, bei denen es auf eine möglichst wenig lastabhängige Spannung ankommt, bedient man sich geregelter Netzteile. Aufbauend auf den Einzweckschaltungen des Bauplans Nr. 12, wurden in der Broschüre „Wege zum Gerät – Teil II" (derzeit im Handel) bereits Regelschaltungen mit dem LVB1 vorgestellt, auf die daher nur hingewiesen werden soll. Darüber hinaus vermittelt Bild 26 einen Experimentiervorschlag für den Einsatz des SVB1 und des KUV2 in einer elektronischen Sicherung gemäß Bauplan Nr. 12 sowie eine Variante mit dem KVB2.

5.3. Weitere Elektronikschaltungen

Mit den Bausteinen KUV2, SVB1, 2GV2 und LVB1 lassen sich, wie bereits Bauplan Nr. 13 zeigte, zahlreiche gleichstromgekoppelte Kombinationen schaffen, die vielfältig einsetzbar sind (vgl. Beispiele zur Kfz.-Elektronik. Hinweise dazu enthält auch die obengenannte Broschüre). Im Grund geht es dabei meist um den Wirkungsablauf Eingangs-(Gleichstrom-)Größe – Verstärkung – eventuell Schwellwertschalter – Ausgabe auf Relais, Lampe, Motor o. a., also um Vorgänge, die sowohl den Fernsteueramateur als auch ganz allgemein den Steuer- und Regeltechniker interessieren. Verknüpft man außerdem die genannten Bausteine zu Multivibratoren, Ringzählern, Schieberegistern u. a. und fügt man auf Universalplatten Torschaltungen hinzu, so sind Logikschaltungsexperimente möglich, deren Aufwand durch den vielfältigen Einsatz der Bausteine in amateurgerechten Grenzen bleibt. Für dieses Mal müssen diese Hinweise genügen, die der bereits mit derartigen Schaltungen vertraute Amateur bei Betrachtung der genannten Bausteine sicher ohne große Schwierigkeiten ausschöpfen kann. Als Beispiele seien nur der 2GV2 als Multivibratorbaustein (mono-, bi- oder astabil) mit entsprechender Außenbeschaltung (auf Universalplatte) und der SVB1 als Phasenschiebergenerator (ebenfalls mit Universalplatten-Zusatzschaltung) genannt. Der Phasenschiebergenerator ist hinsichtlich Spannungsschwankungen relativ kritisch. Man stabilisiere seine Versorgungsspannung wenigstens mit einer Z-Diode.
Vielseitigen Einsatz gewährleistet schließlich noch der Minutenschalter (Bild 27), dessen Anwendung je nach Ausgang (entweder relaislos mit LVB1, vgl. Bauplan Nr. 13, oder mit Relais, möglichst mit Starkstromkontakten) für die Kurzzeitschaltung der verschiedensten Vorgänge dienen kann (u. a. auch für Treppenbeleuchtung und elektrische Küchengeräte). Die Versuchsschaltung lt. Bild 27 a benutzt neben dem SVB1 die 2. Stufe des 2GV2; mit einem GBR 301 (88 Ω, für 6 V) ergaben sich Zeiten zwischen einigen Sekunden (R ≈ 3 kΩ) bis zu etwa 6 Minuten (R ≈ 300 kΩ). Es empfiehlt sich Eichung nach Uhr und Betrieb bei Zimmertemperatur; allzu exakte Zeiten garantiert ein Elektrolytkondensator allerdings nicht. Erweiterungen in Zeit oder Schaltstrom sind möglich, wenn die 1. Stufe des 2GV2 in Darlington-Schaltung zugeschaltet wird oder wenn man einen LVB1 benutzt.
Handhabung: einschalten; Taste kurz drücken; Elko lädt sich auf, Relais zieht an. Nach Loslassen der Taste entlädt sich C über R und den Eingang des SVB1. Relais fällt ab, sobald Abfallstrom erreicht wird.
Diese Anwendung läßt sich mit einem KVB1 lt. Bild 18 optimieren, wie Bild 27 b zeigt. Dort wurde außerdem noch die Starttaste durch einen Umschalter ersetzt und in den Entladekreis gelegt. Der Schalter liegt zunächst so, daß der Kondensator geladen wird (Bereitschaft), und ist zu Beginn des zeitlich begrenzten Vorgangs auf „Start" zu schalten.

5.4. Großbausteine

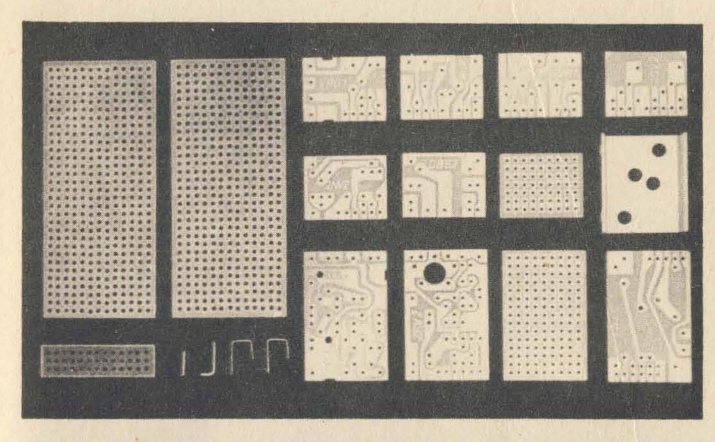
Abgeleitet von dem bereits unter Abschnitt 5.3. festgestellten Wirkungsablauf, der vielen in der Anwendung oft ganz unterschiedlichen Geräten eigen ist, ergibt sich für bestimmte Bausteinkombinationen eine Möglichkeit der weiteren Rationalisierung. Gemeint ist die schon in Bau-

plan Nr. 13 angedeutete Zusammenfassung typischer Schaltungskomplexe auf Lochraster- oder Streifenleiterplatte, die jedoch auch über die entsprechende Verdrahtung auf Trägerrahmen befestigter Lochleisten möglich ist. Die federbestückte „Gesamtplatte" hat unter Umständen den Vorzug einer möglichen engeren Packung, da die zinkenbedingte 5-mm-Quantelung auf eine 2,5-mm-Stufung reduziert wird. Auf diese Weise lassen sich Bausteine sozusagen hauteng aneinanderfügen. In den meisten Fällen wird man aber auch diese Gesamtplatten auf Trägerstreifen setzen, damit wirklich stabile Einheiten entstehen. Außerdem ist es dann möglich, sie in Gehäuse einzuschieben, für die an der „Gestellrückwand" die schon angedeuteten Stecker in eine Gestellverdrahtungsleiterplatte eingelötet wurden, während der Großbaustein stirnseitig bis zu 5 Kontaktfedern tragen kann. Eine Erweiterung auf 9 Federn erreicht man, wenn über eine flach auf der „Großschaltung" aufgesetzte Universalleiterplatte Stecker in Schubrichtung mit der Trägerplatte verbunden werden (Bild 28 a).
Die federbestückte Trägerplatte ist die rationellste Art des Großbausteins, da man die Standardbausteine jederzeit einzeln anderweitig einsetzen kann. Doch Amateure mit spezielleren Problemen können selbstverständlich auch (bei meist geringerer Bauelementendichte) die Lochraster- oder Streifenleiterplatte unmittelbar mit Bauelementen bestücken. Daß man dann auch noch andere Anschlußmöglichkeiten hat, zeigt das Beispiel einer Streifenleiterplatte nach Bild 28 b. Die Stecker sind leiterseitig aufzulegen und mit der Folie zu verlöten, da sie in den 1,3-mm-Löchern nur losen Halt finden. Auf keinen Fall dürfen jedoch dabei Kräfte auftreten, die auf den Stecker von der Folie wegweisen. Von Interesse erscheint in diesem Zusammenhang eine Lösung gemäß Bild 28 c mit 2 Universalleiterplatten vom Format 20 mm × 25 mm.

6. Bausteingerätebeispiele; Gehäusetechnik

Prinzipiell lassen sich Bausteine und Bausteinkombinationen des Systems selbstverständlich in jedem beliebigen Gehäuse unterbringen, sofern der nötige Raum dafür gegeben ist. Als optimal aber kann man Bausteingeräte erst bezeichnen, wenn sie mit Gehäusen versehen sind, deren Abmessungen den Dimensionen des Systems entsprechen. Ein Extremfall der ersten Art ist z. B. der schnurlose Heimempfänger auf einem Chassis aus Reißmann-Teilen, wie er als Bild 11.79 im Buch „Amateurtechnologie" gezeigt wurde. Als Beispiel für das Optimum, das man erreichen kann, mag eine Gerätegruppe dienen, bei der sich um einen bausteinbestückten Trägerrahmen ein enganliegendes Gehäuse schließt, in dem der Einschub auf Gleitschienen geführt wird. Bild 31 in Bauplan Nr. 13 deutet diese Gehäuseart an. Sie kommt für Schaltungen in Frage, die mit einer einfachen Trägerlänge auskommen und ihre Stromversorgung möglichst aus einer 6-V-Kombination in Batteriebehälter eingesetzter RZP2-Akkus beziehen. Stirnseitig lassen sich Buchsen und kleinere Bedienelemente montieren.
Mögliche Anwendungen: Verstärker, Multivibratoren, Schwellwertschalter u. ä. Beinahe wie geschaffen für das System wirken auch die Diapositiv-Behälter aus Polystyrol (in Fotogeschäften erhältlich) mit den „Etwa"-Maßen 55 mm × 55 mm × 170 mm. Bild 29 zeigt einen möglichen Einsatzfall: Im Deckel klebt man bis zu 3 Batteriebehälter fest (so montieren, daß sie im leicht vertieften Mittelteil bleiben). Flexible Leitungen mit Steckerstiften führen zum Rahmen, der im Unterteil des Behälters die Bausteine trägt (Rahmenbefestigung durch Schrauben; Platz für Buchsen und eine Bedienelementträgerplatte ist vorhanden).
Außer als Gehäuse eignen sich solche Behälter auch sehr gut zum Aufbewahren von Bausteinen und anderen Systemteilen.
Sobald Informationsorgane und größere Bauelemente hinzukommen (Lautsprecher, Instrumente, Drehkondensatoren, Skalen), läßt sich eine Volumenerweiterung und eine Veränderung der Proportionen kaum vermeiden. Ein typisches Beispiel für solche Geräte ist der Bausteinempfänger, dessen konstruktive Lösung praktisch alle in Abschnitt 5.1. vorgestellten Schaltungen zuläßt.

Bild 30 bis Bild 32 sollen das dokumentieren. Auch ohne detailliertere Zeichnungen dürfte es nicht schwerfallen, in diesem Sinn zu verfahren. Als Gehäusematerial kommen Hartpapier (4 bis 5 mm dick), PVC und Polystyrol (gleiche Dicke oder 2 × 2 mm übereinander) in Frage.
Bild 33 deutet eine Lösung mit dem mancherorts erhältlichen 2-mm-Plattenmaterial aus Polystyrol an: Durch die dargestellte Fugenkonstruktion erhält man mit Hilfe von Plastikfix verhältnismäßig stabile, ansprechende Gehäuse, im Beispiel für den genannten Empfänger skizziert. Die flache Gehäuseform gestattet die Unterbringung relativ großer Lautsprecher (z. B. Ovaltyp LP 553) und übersichtliche Linearskalen. Als Knöpfe und Füße eignen sich die Verschlüsse von Zahnpastatuben, für 4-mm-Achsen z. B mit 3,9-mm-Bohrer auf Klemmsitz aufgebohrt.
Das genannte Material erlaubt auch den Eigenbau der vorher vorgestellten „Paßgehäuse" für Bausteinträger, wobei statt der schwierig herzustellenden schmalen Gleitleiste Bild 34 entsprechend ein Polystyrolstreifen eingeklebt wird, der die Lochleisten nach oben hin führt.
Bei Erscheinen dieses Bauplans werden voraussichtlich Gehäuseteile das System ergänzen, deren Entwicklung bei Manuskriptabschluß noch nicht beendet war. Sie sollen so beschaffen sein, daß man mit ihnen für möglichst viele Bausteingerätegrößen ansprechende, der Systemkonzeption gemäße Gehäuse zusammensetzen kann. Damit werden aus den Schaltungen wirklich fertige Gebrauchsgegenstände im Sinne der im Buch „Amateurtechnologie" erläuterten Regeln.



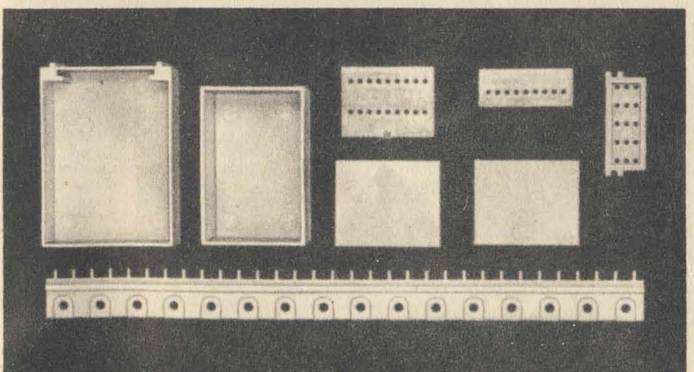


Bild 1 und 2
Teile des Systems
(Stand Ende 1969)

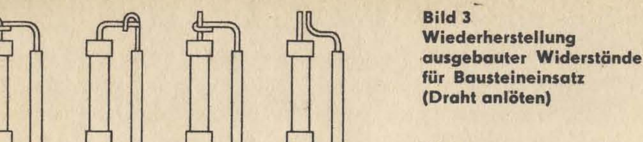
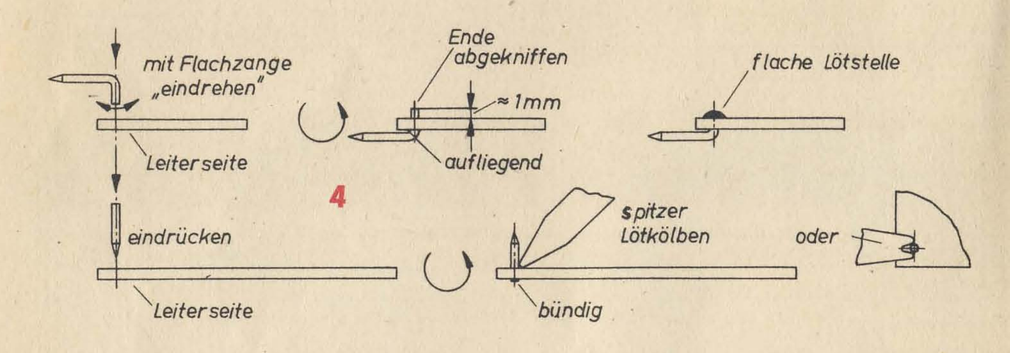


Bild 3
Wiederherstellung ausgebauter Widerstände für Bausteineinsatz (Draht anlöten)

Bild 4
Montage der Stecker in den Leiterplatten



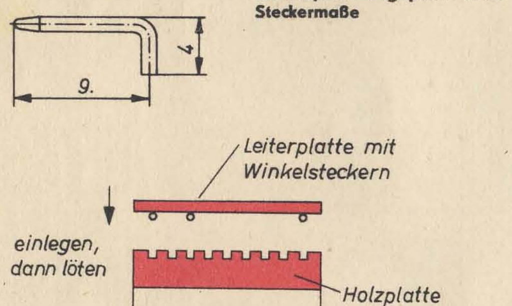


Bild 5
Dem System angepaßte neue Steckermaße

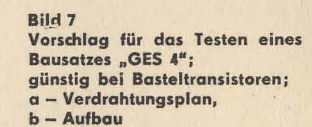
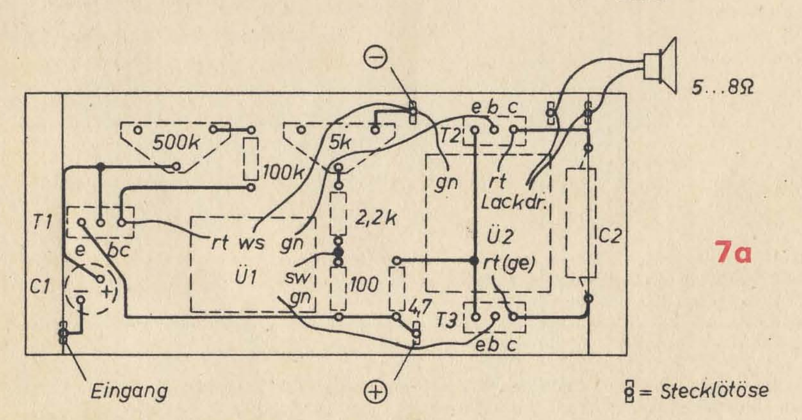
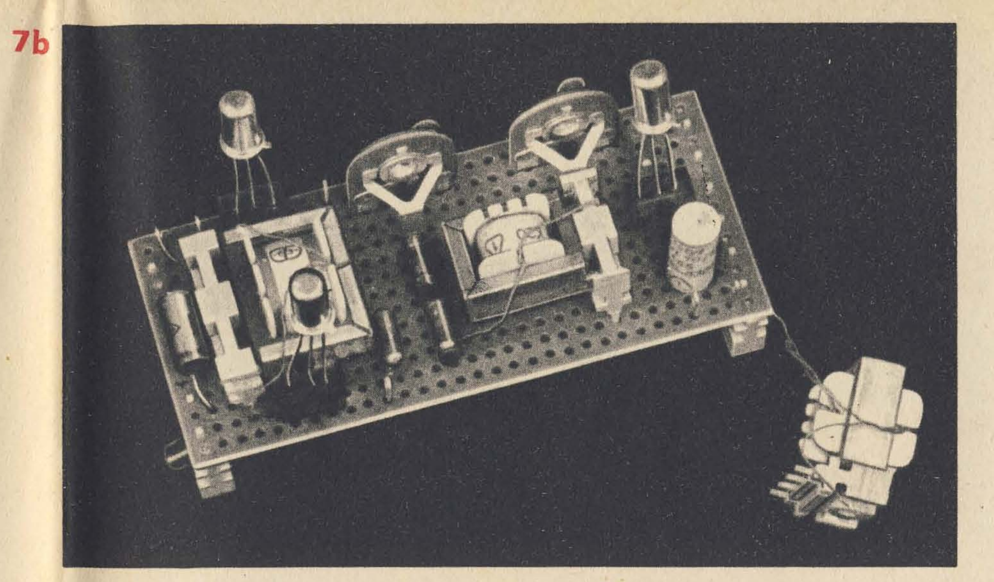
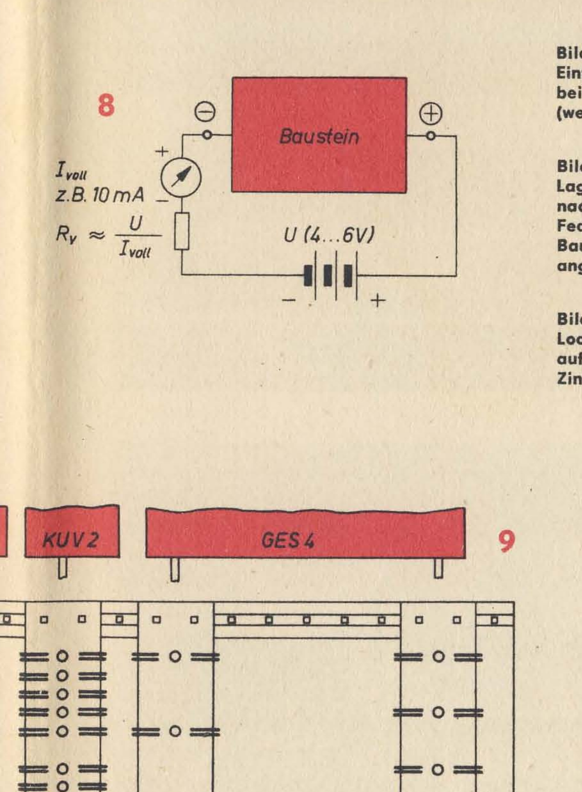


Bild 6
Montagehilfe zum Ausrichten und Einlöten gebogener Stecker

Bild 7
Vorschlag für das Testen eines Bausatzes „GES 4"; günstig bei Basteltransistoren; a – Verdrahtungsplan, b – Aufbau







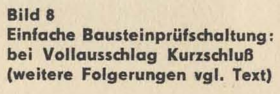
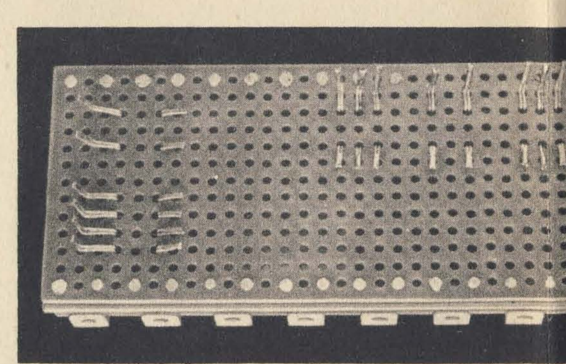
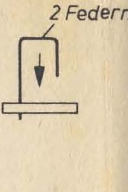


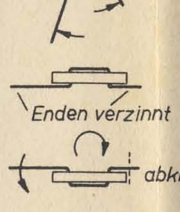
Bild 8
Einfache Bausteinprüfschaltung: bei Vollausschlag Kurzschluß (weitere Folgerungen vgl. Text)

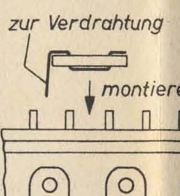
Bild 9
Lageplanbeispiel für Empfänger nach Stufe 1 + 3 (Abschn. 5.1.); Federleisten von oben, Bausteinseitenansicht angedeutet

Bild 10
Lochrasterplatte auf Trägerstreifen; Zinken thermisch „vernietet"









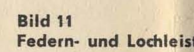


Bild 11
Federn- und Lochleist

Bild 12
Federpaare in Streif gestatten Steckkontal an der Frontseite eines Trägerrahmens

Federn parallel

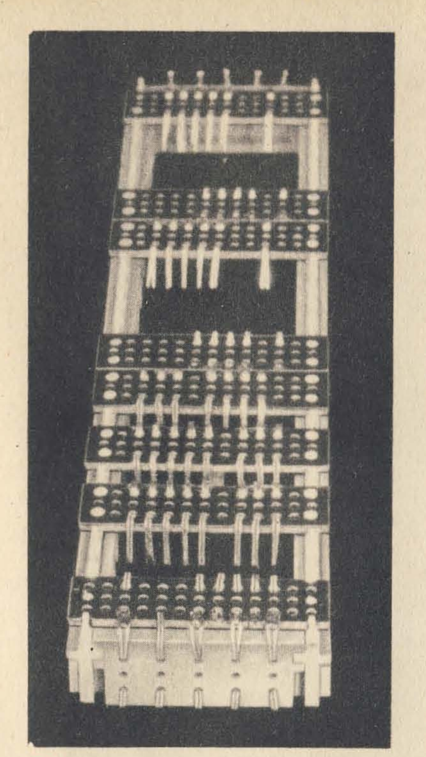
11

erzinnt

abkneifen

htung

montieren

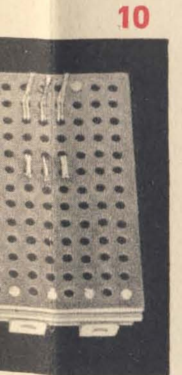


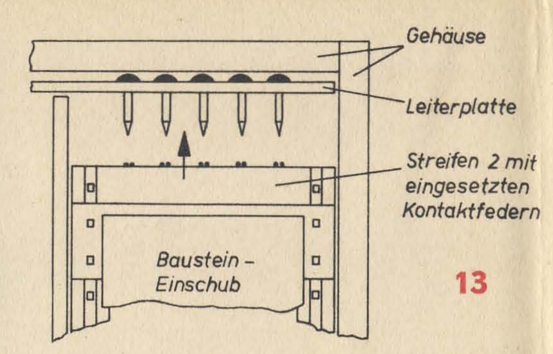
Lochleistenmontage

12

in Streifen 2
eckkontaktierung
tseite
rahmens

10

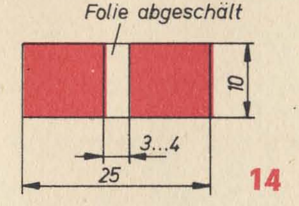




13

Bild 13
Einsatzvariante zu Bild 12

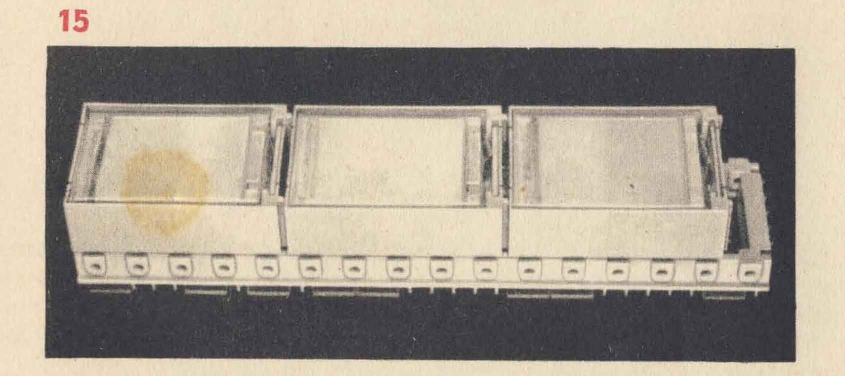
Bild 14
Dieses Kontaktplättchen aus kupferkaschiertem Schichtpreßstoff (1,5 mm dick) klemmt man in die Schlitze des Batteriebehälters; links und rechts oben werden die Leitungen eingelötet

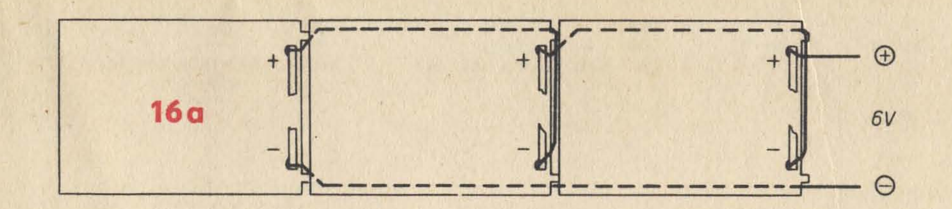


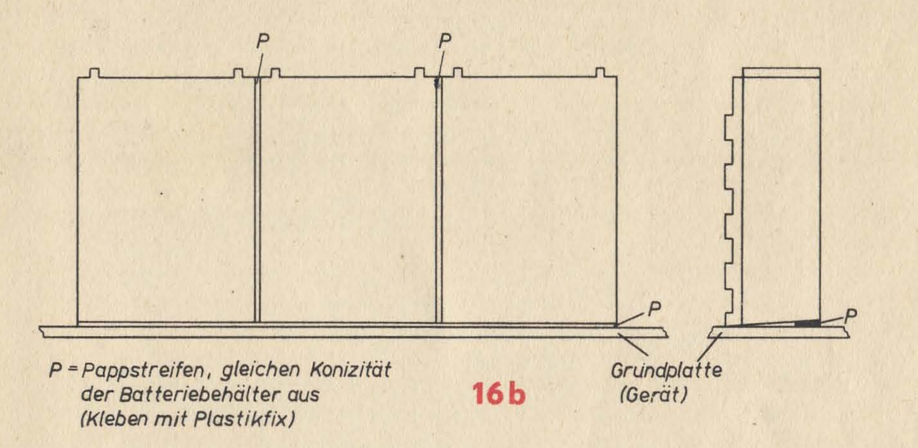
14

Bild 15
Normale Zuordnung von Trägerrahmen und Batteriebehälter bei Einschub in Gehäuse (Ansicht von unten)

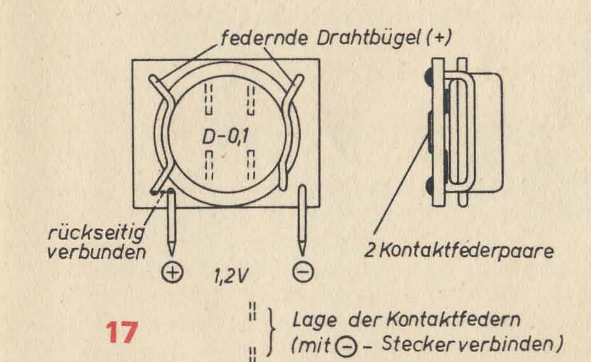
15



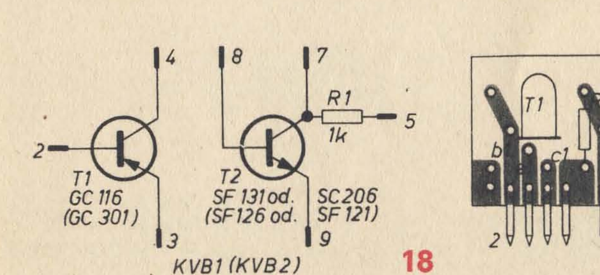




16b



17



18

Bild 16a
6-V-Verdrahtung von 3 Batteriebehältern für Trägerrahmen;

Bild 16b
6-V-Aufbau für flache Gehäuse (z. B. Empfänger)

Bild 17
Steckbarer 1,2-V-Knopfakku, in Kappe Gr. 1 passend

Bild 18
Komplementärverstärkerbaustein KVB1 (KVB2), montiert auf Leiterplatte 2GV2 für Kappe 1 (bzw. 2)

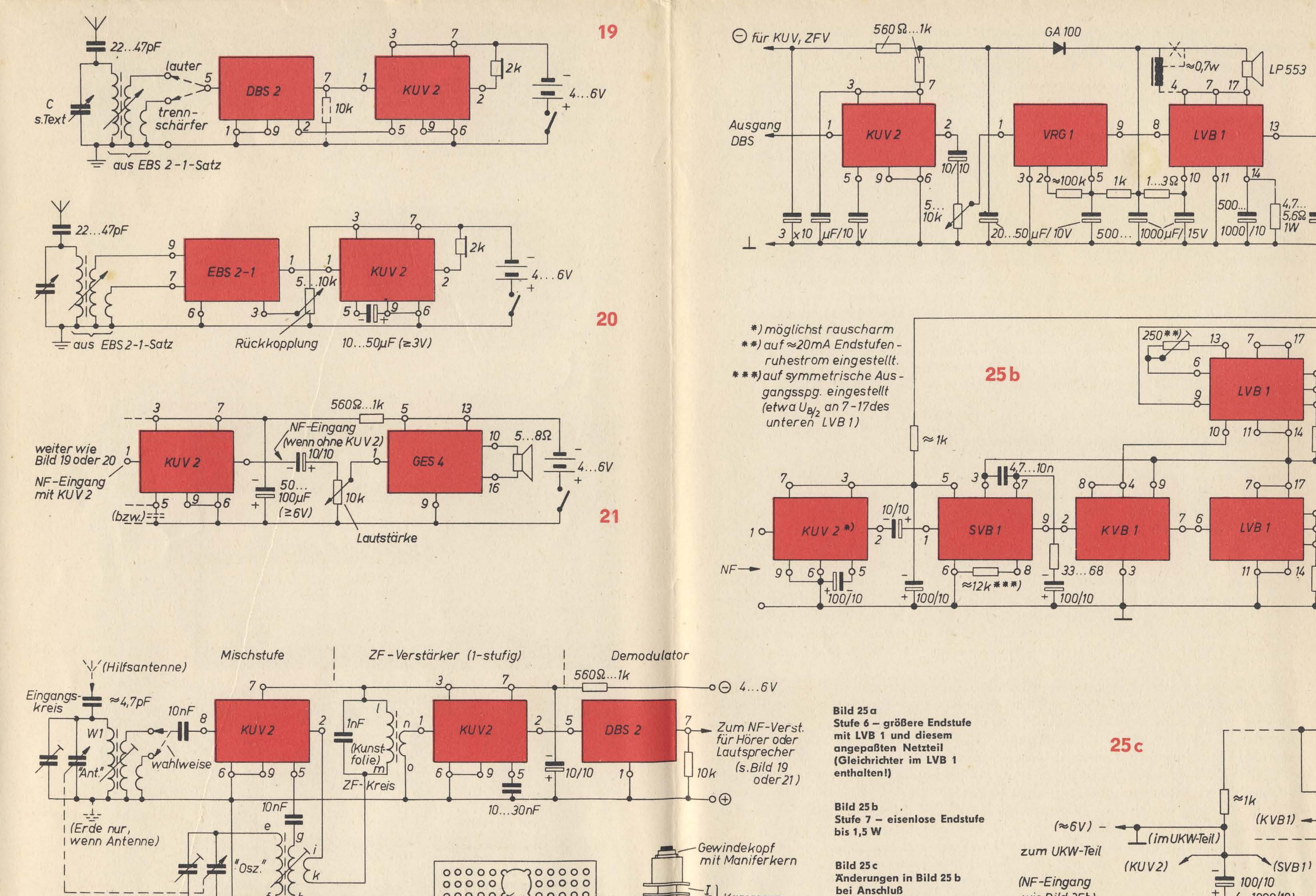


Bild 25a
Stufe 6 – größere Endstufe mit LVB 1 und diesem angepaßten Netzteil (Gleichrichter im LVB 1 enthalten!)

Bild 25b
Stufe 7 – eisenlose Endstufe bis 1,5 W

Bild 25c
Änderungen in Bild 25b bei Anschluß eines UKW-Eingangsteils mit Minuspol an Masse

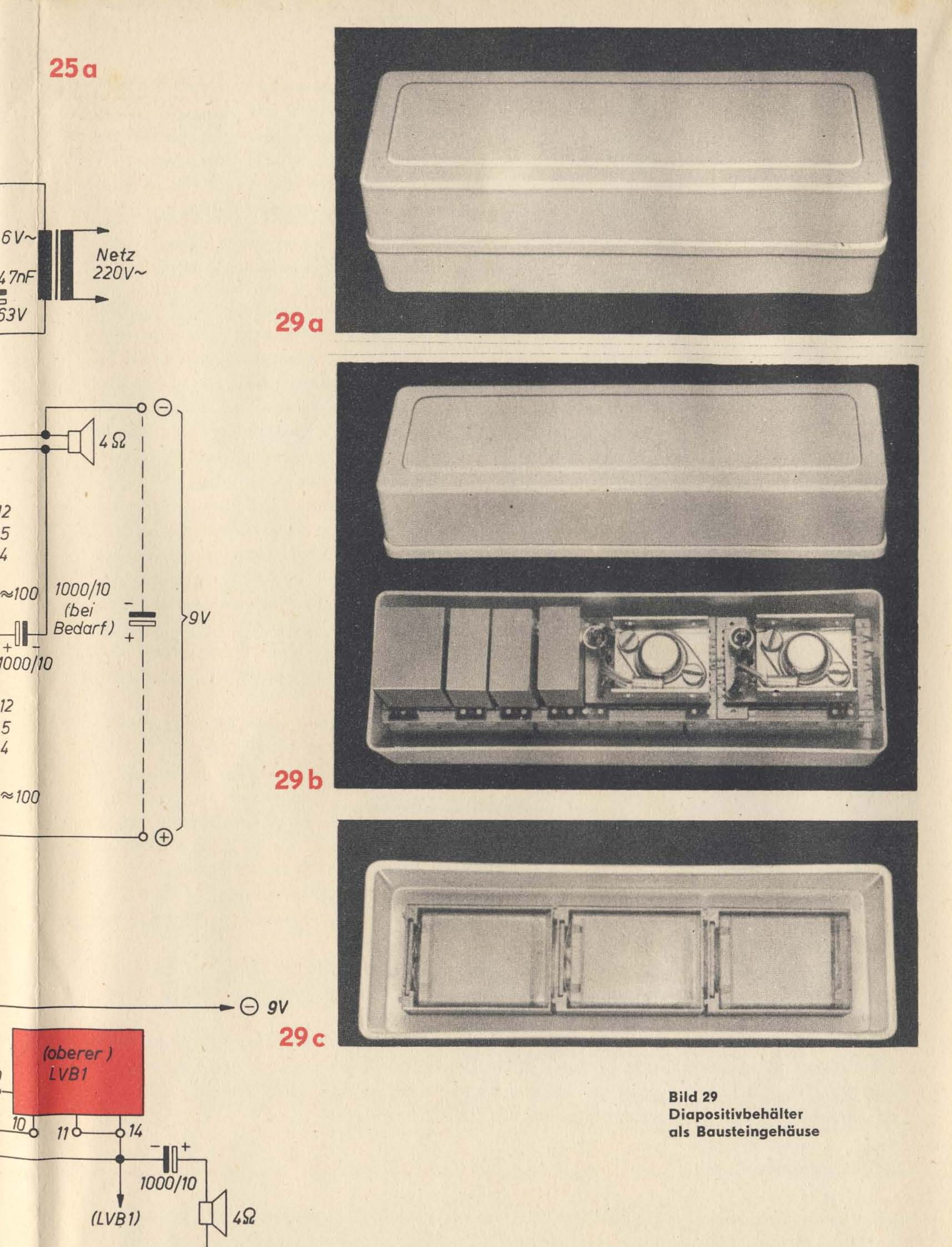


Bild 29
Diapositivbehälter
als Bausteingehäuse

Tabelle 1 Preise der Systemteile (Stand Ende 1969)

Lochrasterplatte (35 mm × 80 mm)	0,93
Streifenleiterplatte (35 mm × 80 mm)	3,20
kleine Universalleiterplatte (20 mm × 25 mm)	1,30
große Universalleiterplatte (25 mm × 40 mm)	1,70
Leiterplatte DBS2	1,05
Leiterplatte VRG1	1,20
Leiterplatte 2GV2	1,05
Leiterplatte 2NV2	1,05
Leiterplatte SVB1	1,05
Leiterplatte ZFV2	1,95
Leiterplatte LVB1	1,50
Leiterplatte KUV2	1,05
Leiterplatte GES4	1,65
Kühlblech für LVB1	0,40
Streifen 1 (160 mm)	0,34
Streifen 2 (Querstück)	0,28
Baustein SVB1	9,15
Kappen 1 bis 3	0,38
Deckel für Kappen 1 und 2	0,25
Batteriebehälter	0,32
Lochplatte (10 mm × 35 mm) („Lochleiste")	0,04
Stecker gerade	0,02
Stecker gebogen	0,04
Feder	0,04
Bausatz EBS 2–1	9,15
Bausatz KRS 1 (Restbestand)	6,90

Tabelle 2 Zuordnung der Leiterplatten zu den Kappengrößen sowie erforderliche Kontaktbauelemente

Leiterplatte	Format in mm	Steckerzahl gebogen	Steckerzahl gerade	Kappengröße
DBS2	20 × 25	5		1
VRG1	20 × 25	6		2
2GV2	20 × 25	8		1
2NV2	20 × 25	6		2
SVB1	20 × 25	8		1
ZFV2	25 × 40		6	3
LVB1	25 × 40		12	ohne Kappe (Kühlblech!)
KUV2	20 × 25	8		1
GES4	25 × 40		6	3
kleine Univ.	20 × 25	≤ 9¹		1 oder 2
große Univ.	25 × 40		≤18¹	3
EBS 2–1	20 × 25	(5, im Bausatz)		1

¹ von Schaltung abhängig; im allgemeinen Faktor ≈ 0,7

Tabelle 3 Experimentierreihe Empfängertechnik (Auswahl)

Bauelemente und Bausteine	Stufe 1 a	1 b	2 a	2 b	3 a¹	3 b¹	4¹	5¹	6¹	7²
Drehkondensator für AM-Super (z. B. Typ 104)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	×	×	×	
bewickelter Ferritstab aus EBS2–1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Oszillatorspule							×	×	×	
ZF-Spule							×			

Bild 19
Stufe 1 – moderner „Detektor"

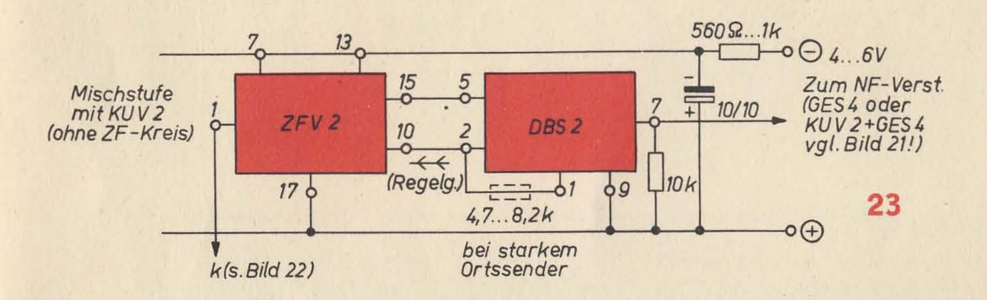
Bild 20
Stufe 2 – Audion

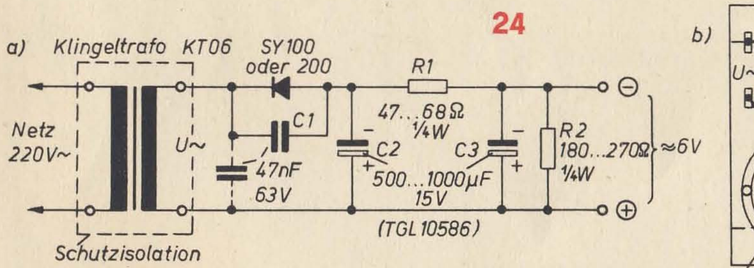
Bild 21
Stufe 3 – NF-Verstärker für Lautsprecher, eine der möglichen Varianten (hinter DBS 2 in Bild 19 oder EBS 2–1 in Bild 20)

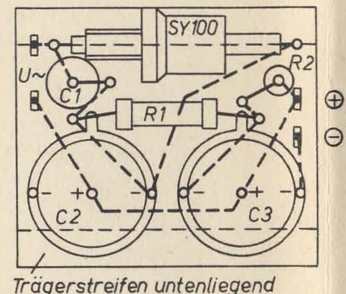
Bild 22
Stufe 4 – Kleinstsuper mit 3 Kreisen (NF-Verstärker z. B. nach Bild 21; Spulendatenvorschlag vgl. Tabelle 4 und 5); Spulendrähte in Lochleiste mit Stecklötösen abfangen

Bild 23
Stufe 5 – 7-Kreis-Super; Mischstufe gemäß Bild 22, NF wie Bild 21 oder 25; vgl. auch Tabelle 3

Bild 24
Netzteil mit 6-V-Klingeltransformator für VRG 1 oder GES 4 als Endstufe;
a – Stromlaufplan,
b – Aufbauplan auf einer halben Lochrasterplatte (Streifenleiterplatte ebenfalls möglich)







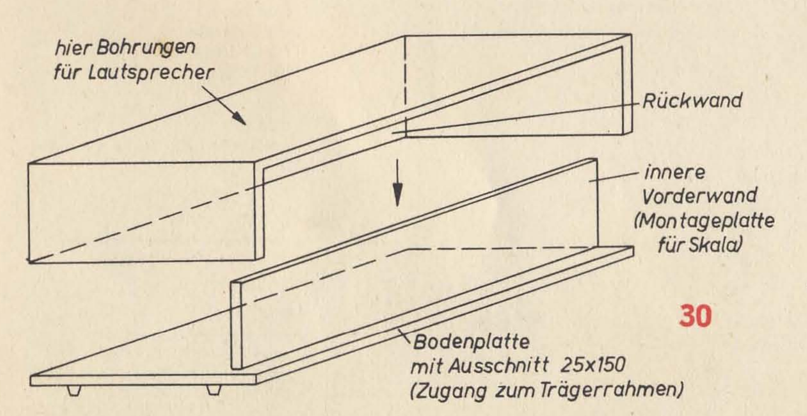
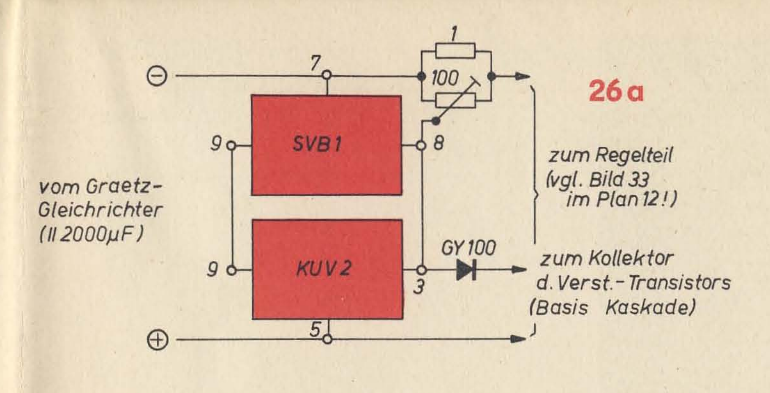
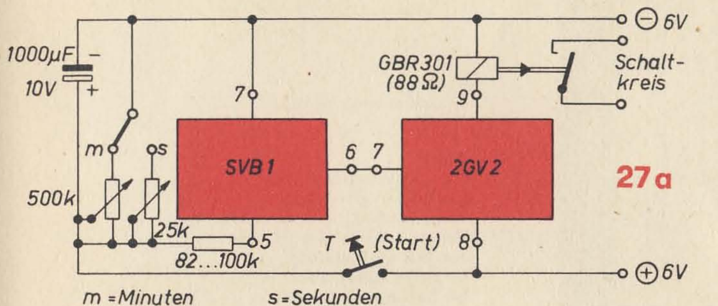
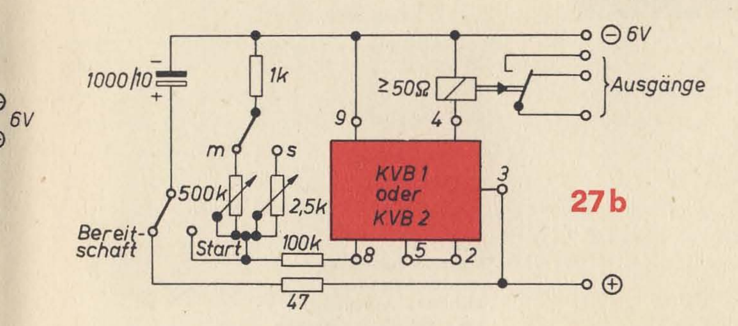


Bild 30
Aufbauvorschlag für Empfängerflachgehäuse aus Polystyrol







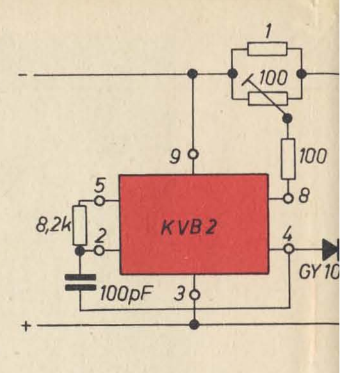


Bild 26
Experimentiervorschlag für Ausrüsten eines Netzgeräts nach Bauplan 12, Bild 33, mit steckbarer elektronischer Sicherung (vgl. Hinweise dort!):
a – mit SVB1 und KUV2;
b – mit KVB2 (vgl. Bild 18)

Bild 27
Ausbaufähiger elektronischer Zeitschalter (Schaltzeiten bis zu mehreren Minuten);
a – mit SVB1 und Stufe 2 des 2GV2;
b – mit KVB1 (vgl. Bild 18)

Bild 28
3 Lösungsmöglichkeiten für steckbare „Großbausteine" auf Streifenleiterplatte (die 1,3-mm-Löcher erfordern besondere Maßnahmen zum Befestigen der 1-mm-Stecker)

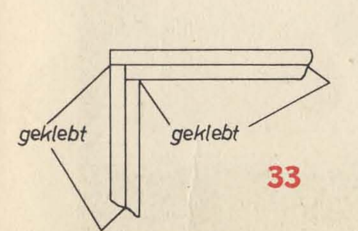
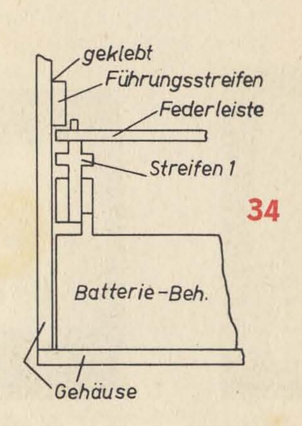
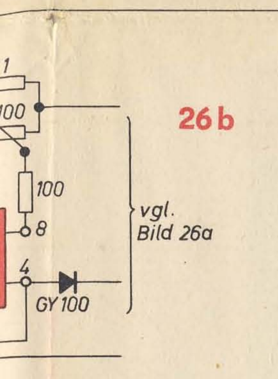


Bild 33
Fugenkonstruktion für Polystyrolgehäuse (mit Plastikfix kleben)

Bild 34
Vorschlag für Einschubführung in selbstgebautem Bausteingehäuse

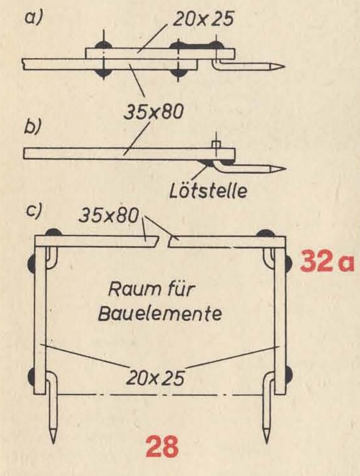




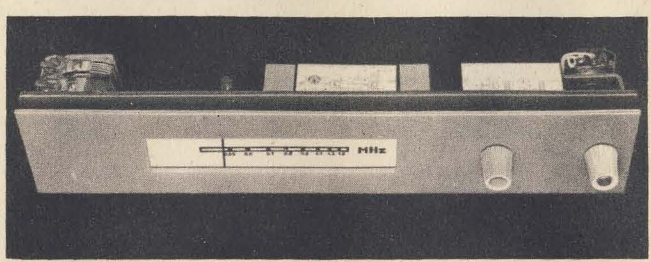
26b



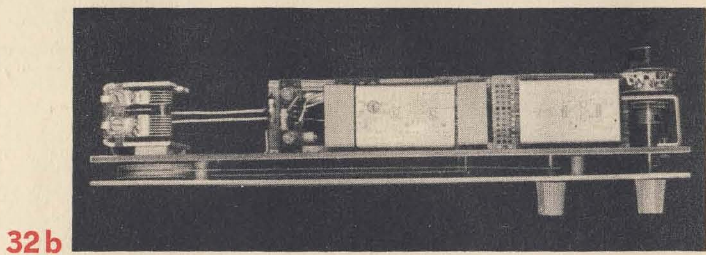
31



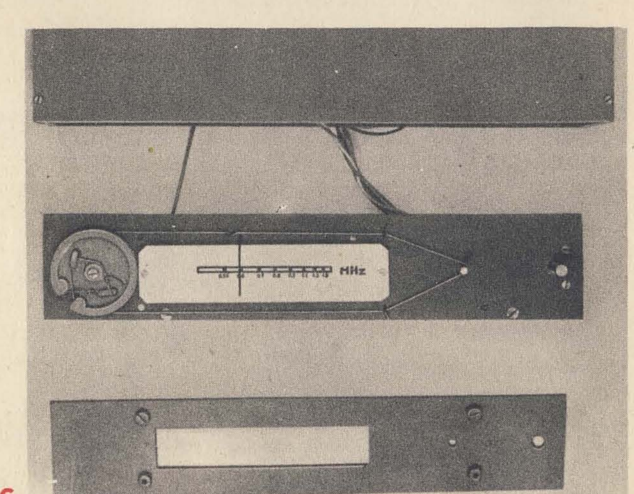
28



32a



32b



32c

Bild 31/32
Beinahe schon „klassische" Lösung eines Bausteinsupers in Flachgehäuse

ZF-Spule							X			
DBS2	X	X			X		X	X	X	
KUV2 als NF-Verst.	X		X		(X)	(X)	O	O	O	X
KUV2 als HF-Stufe (Mischer oder ZF)							2X	X	X	
EBS2–1			X	X		X				
ZFV2								X	X	
2NV2		X		X	(X)	(X)			(X)	
VRG1					X				(X)	
GES4						X	X	X		
SVB1										X
KVB1										X
LVB1									X	2X
Hörer (≈ 2000 Ω)	X	X	X	X						
Lautsprecher 5 . . . 8 Ω; ≥ 0,1 W					X	X	X	X		
Lautsprecher 4 . . . 5 Ω; ≥ 1,5 W									X	X
Siebmittel (R, C)					X	X	X	X	X	X
SY100 oder SY 200								(X)		X
Batterie 4 . . . 6 V							X	(X)		
Netztransformator 220 V/6 V 0,5 A								(X)		X (0,7 A)
Potentiometer 5 . . . 10 kΩ für Rückkopplung			X	X		X				
Potentiometer 5 . . . 10 kΩ für Lautstärke					X	X	X	X	X	X
vgl. Bild:	19		20			20; 21	21; 22	23; 24	23; 25a	25b, c

( ) wahlweise, sonst L-Abstimmung
X 1mal enthalten
2X 2mal enthalten
(X) (X) nur 1 von beiden (wahlweise)
O bei Bedarf einsetzen
[1] ausgewählte Gesamtschaltung
[2] empfohlener Eingangsteil: z. B. UKW-Super nach Bauplan Nr. 11; NF am Poti abnehmen!

Tabelle 4 Oszillatorspule für Mittelwelle mit Drehkondensator Typ 104
Tabelle 5 ZF-Spule für den 3-Kreis-Super nach Stufe 4

Tabelle	Spule für	Kammer[1]	Windungen	Anschlüsse[2] Anfang	Anschlüsse[2] Ende	Bemerk.
4	Oszillator-kreis (Mittelwelle)	I	70	e		Kreis-Wicklung
		II	55			Kreis-Wicklung
		III	90		f	Kreis-Wicklung
		I	15	g	h	Emitter-Ankopplung
		II	30	i	k	Kollektor-Ankopplung
5	ZF-Kreis	I	40	l		Kreis-Wicklung
		II	55			Kreis-Wicklung
		III	55		m	Kreis-Wicklung
		I	25	n	o	Basis-Ankopplung

[1] Spulenkörper 2016, vgl. Bild 22! Drahtdurchmesser ≤ 0,09-mm-CuL
[2] alle Wicklungen im gleichen Wickelsinn! Anschl. vgl. Bild 22

Redaktionsschluß: 26. 1. 70 · 1.–20. Tausend · Deutscher Militärverlag, Berlin 1970 · Lizenz-Nr. 5 · Lektor: Sonja Topolov · Zeichnungen: Manfred Schulz · Fotos: Klaus Schlenzig · Typografie: Helmut Herrmann · Vorauskorrektor: Ingeborg Kern · Korrektor: Ilse Fähndrich · Hersteller: Werner Briege · Gesamtherstellung: Sachsendruck Plauen · Bestell-Nr. 745 289 9